Contributions from the Department of Fisheries

and

the Fishery Research Laboratory, Kyushu University

No. 7 (1961)

LIBRARY
NOV 5 1962
FISH & WILDLIFE SERVICE

Foreword

After the Department of Fisheries and the attached Fishery Research Laboratory of Kyushu University were founded in 1941 and 1944, respectively, the research activities were greatly inhibited due to the outbreak of World War II and the restoration from its damage. After the War, activities were resumed and an increasing number of scientific papers have been published in various journals and bulletins.

It is, of course, difficult to obtain all of the available reports on the science of fisheries, particularly those which are carried out in Japan. This is perhaps one of the reasons why there are frequent duplication and neglect of related works in this field.

It is hoped that this bulletin which is a compilation of all the scientific achievements from our institute will render our research works available to fisheries research organizations in foreign countries. The exchange of your scientific publications with this bulletin will be acknowledged with appreciation and will serve to promote the advancement of the science of fisheries in the whole world.

July, 1962

Department of Fisheries and
Fishery Research Laboratory,
Kyushu University,
Fukuoka, Japan

Contributions from the Department of Fisheries and the Fishery Research Laboratory, Kyushu University. No. 7 (1961)

Department of Fsheries

— Biological Section —

*KIMURA, S., MITO, S.	A preliminary note on the fish larvae found in the north-western waters of Kyushu	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5 : 161–162 (1961)
MATSUURA, S.	Age and growth of flatfish, Ganzō Birame, *Pseudorhombus cinnamoneus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5 : 103-110 (1961)
MIO, S.	Age and growth of red sea bream, *Evynnis japonica* TANAKA	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5 : 95–101 (1961)
MIO, S.	Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu I. Biology of *Sebastes inermis* CUVIER et VALENCIENNES 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 I. メバルの年令，成長および成熟	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (4) : 419–436 (1961)
MIO, S.	Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu II. Biology of *Sebastiscus marmoratus* (CUVIER et VALENCIENNES) 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 II. カサゴの年令，成長および成熟	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (4) : 437–449 (1961)
MITO, S.	Studies on the pelagic fish eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5 : 155–160 (1961)

---

* Paper with asterisk is not included in this series.
Records of Oceanographic Works in Japan
Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University (九大農学部学芸雑誌)

MITO, S.	Pelagic fish eggs from Japanese waters-I. Clupeina, Chanina, Stomiatina, Myctophida, Anguillida, Belonida and Syngnathida 日本近海に出現する浮游性魚卵 Ⅰ. ニシン亜目，サバヒー亜目，ワニトカゲギス亜目，ハダカイワシ目，ウナギ目，ダツ目およびヨウジウオ目	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (3): 285–310 (1961)
MITO, S.	Pelagic fish eggs from Japanese waters-II. Lamprida, Zeida, Mugilina, Scombrina, Carangina and Stromateina 日本近海に出現する浮游性魚卵 Ⅱ. アカマンボウ目，マトウダイ目，ボラ亜目，サバ亜目，アジ亜目およびイボダイ亜目	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (4): 451–466 (1961)
OHOSHIRO, H.	Notes on *Chamaedoris orientalis* 沖縄伊計島産タンポヤリについて	Sōrui, **9** (2): 53–56 (1961)
SEGAWA, S., SAWADA, T., HIGAKI, M., YOSHIDA, T., KAMURA, S.	The floating seaweeds of the sea to the west of Kyushu	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 179–186 (1961)
SEGAWA, S., SAWADA, T., HIGAKI, M., YOSHIDA, T., KAMURA, S.	Studies on the floating seaweeds–VI. The floating seaweeds of the West Kyushu region 流れ藻の海藻学的研究 Ⅵ. 九州西海域の流れ藻	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **18** (4): 411–417 (1961)
SEGAWA, S., SAWADA, T., HIGAKI, M., YOSHIDA, T.	Studies on the floating seaweeds–VII. Seasonal changes in the amount of the floating seaweeds found on Iki and Tusima Passages 流れ藻の海藻学的研究 Ⅶ. 壱岐・対島東水道の流れ藻量の季節的変化	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **19** (1): 125–133 (1961)
SEGAWA, S., SAWADA, T., HIGAKI, M., YOSHIDA, T.	Studies on the floating seaweeds–VIII. The drifting movement of the floating seaweeds off northern coast of Kyushu 流れ藻の海藻学的研究 Ⅷ. 九州北岸の流れ藻の移動に関する考察	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **19** (1): 135–140 (1961)

SHINGU, C.	On the maturity of white croaker, *Argyrosomus argentatus* (HOUTTUYN)	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 143–148 (1961)
*SHIOKAWA, T., TSUKAHARA, H.	Studies on habits of coastal fishes in the Amakusa Islands Part I. Early life history of the purple rockfish, *Sebastes pachycephalus pachycephalus* TEMMINCK et SCHLEGEL	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 123–127 (1961)
TABETA, O.	A preliminary note on the life history of the anadromous Ugui minnow, *Tribolodon hakonensis hakonensis* (GÜNTHER) in the northern district of Kyushu	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 163–164 (1961)
TAKESHITA, K., AIKAWA, H.	On the catch fluctuations of the Japanese anchovy in the waters off western Kyushu	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 59–65 (1961)
TSUKAHARA, H.	Biology of the cutlassfish, *Trichiurus lepturus* LINNAEUS Part 1. Early life history	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 117–121 (1961)
YOSHIDA, T.	A brief study on the *Sargassum* vegetation around Ushibuka, west Kyushu, Japan 九州西岸牛深周辺のホンダワラ類群落について	Japan. J. Ecology, **11** (5): 191–194 (1961)
YUNOKAWA, Y.	On the age and growth of *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT)	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5: 111–116 (1961)
	— Chemical Section —	
TOMIYAMA, T., FUJINO, S.	Studies on the method for testing the spoilage of food–XVI. A method for determination of VRS by micro-diffusion technique 食品の鮮度測定法に関する研究 XVI. 微量拡散法による揮発性還元物質 (VRS) の定量	Bull. Japan. Soc. Sci Fisheries, **27** (7): 678–683 (1961)
TOMIYAMA, T., FUJINO, S.	Studies on the method for testing the spoilage of food–XVII. Determination of VRS as quality test for canned flesh 食品の鮮度測定法に関する研究 XVII. 缶詰肉の鮮度判定用としてのVRSの定量法	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (7): 684–688 (1961)

YONE, Y.	Improvement of Levine's acid colorimetric method for determination of chlortetracycline (Studies on keeping quality of fish by use of chlortetracycline–I) クロルテトラサイクリンの化学的定量法 1. 酸比色法の改良（クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持に関する研究–I）	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **19** (1) : 141–149 (1961)
YONE, Y.	A new fluorometric method for determination of chlortetracycline (Studies on keeping quality of fish by use of chlortetracycline–I) クロルテトラサイクリンの化学的定量法 2. 一新螢光定量法（クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持に関する研究–I）	Sci. Bull. Fac. Agr. Kyushu Univ., **19** (1) : 151–157 (1961)
TOMIYAMA, T., YONE, Y., FUJINO, S.	On chlortetracycline residue in dip-treated fish 魚類をクロルテトラサイクリン（CTC）液に浸漬した場合のCTC滲透量について	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (7) : 713–717 (1961)
ENOMOTO, N., NAGAO, T., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes–III. Identification of amino acids in the mucous protein from some fishes by paper chromatography 魚体表面の粘性物質に関する研究 III. 各種魚類体表面粘性物質の構成アミノ酸	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (2) : 143–146 (1961)
ENOMOTO, N., IZUMI, T., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes–IV. Amino acid composition of the protein of the external mucous substance from some fishes 魚体表面の粘性物質に関する研究 IV. 各種魚類の体表面粘性物質のアミノ酸組成	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (6) : 606–608 (1961)
ENOMOTO, N., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes–V. Reexamination of component sugars of the external mucous substance of loach 魚体表面の粘性物質に関する研究 V. ドジョウの体表面粘性物質構成糖の再検討	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (6) : 609–612 (1961)
ENOMOTO, N., TOMIYASU, Y.	Studies on the external mucous substance of fishes–VI. Qualitative analysis of the mucus-polysaccharide of some fishes 魚体表面の粘性物質に関する研究 VI. 各種魚類の体表面粘性物質構成糖の比較	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (6) : 613–616 (1961)

TOYOMIZU, M.	Studies on antimicrobial action of oxidized fish oil–IV. On the mode of antimicrobial action of oxidized fish oil and the reversal substances 酸化魚油の抗菌作用に関する研究 Ⅳ. 酸化魚油の抗菌作用型式と阻害物質とについて	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (2) : 182–187 (1961)
TOYOMIZU, M.	Studise on antimicrobial action of oxidized fish oil–V. Copolymer formation from oxidized fish oil and protein 酸化魚油の抗菌作用に関する研究 Ⅴ. 酸化魚油の蛋白質との複合体形成	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (4) : 323–326 (1961)
TOYOMIZU, M.	Studies on antimicrobial action of oxidized fish oil–VI. Relation between antimicrobial action and copolymerization of oxidized oil 酸化魚油の抗菌作用に関する研究 Ⅵ. 酸化魚油の抗菌作用と複合体形成との関係	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (5) : 446–450 (1961)
TOMIYASU, Y., TOYOMIZU, M.	The influence of bacterial growth on discoloration of oil 油焼に対する細菌の影響	Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, **27** (9) : 855–858 (1961)

Fishery Research Laboratory

*TANAKA, O., IRIE, H., IIZUKA, S., KOGA, F.	The fundamental investigation on the biological productivity in the north-west of Kyushu I	Records Oceanogr. Works Japan, No. 5 : 1–57 (1961)
TANAKA, O.	The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan Systematic account VII. Family Scolecithricidae (Part 1)	Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **9** (1) : 139–190 (1961)
TANAKA, O.	On copepods associated with marine pelecypods in Kyushu	J. Fac. Agr. Kyushu Univ., **11** (3) : 249–273 (1961)

Department of Fisheries
Biological Section

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

AGE AND GROWTH OF FLATFISH, GANZO-BIRAME, *PSEUDORHOMBUS CINNAMONEUS* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

By

Syūhei Matsuura

(Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

Pseudorhombus cinnamoneus (T. & S.) is landed in all seasons in the coastal region, Chikuzenkai, Fukuoka Prefecture and is one of the important bottom-fishes economically. This report is on the determination of age and growth of flatfish, Ganzō-birame, *P. cinnamoneus* (T. & S.). The otoliths have been used for age-determination. The author wishes to express Professor H. Aikawa a deep appreciation for his cooperation in the preparation of this paper.

Age-determination from Otolith Method

1. Material and method

Material, about 400 specimens, has been collected from March, 1958 to May, 1960 on Chikuzenkai region near Fukuoka, from landings by gill-net, seine and line. The sample fishes were weighed and measured in the total length. For otolith reading the longitudinal sections cut on the minor axis through the center are prepared. For preparating the section, otolith is imbedded in acrylic resin and ground with electric grinder. Immediately after the specimen is measured on the meristic characters, samples of otoliths are taken out and cleaned with finger work. Minor axis through the exact position of the center of the otolith is marked on the dried sample with pencil or pen and ink, since the center of the otolith is definable. The otolith is lifted with forceps and placed carefully to stand vertically in the transparent acrylic resin in the pharmacopoeial capsule while the resin is in the state of half-polymerization. The otolith samples were left for a few hours in the capsules until the resin had polymerized completely, then ground from both sides to the center of otolith with electric grinding machine to obtain the part of otolith marked before imbedding. The grinding is started from one end of otolith continued up to this mark and a piece of the other end is also ground down using temporary stopping to make finger work easier. Thus otolith sections are prepared through the middle of otolith thin enough to fix on slide glass (Ca. 0.2–0.5 mm.). After this section is washed with water and dried well, it is mounted with Canada balsam on the slide glass.

2. Otolith reading

The marks of the otolith are read by using a projector at 50 times magnification. The otolith section is made up with both transparent and opaque zones

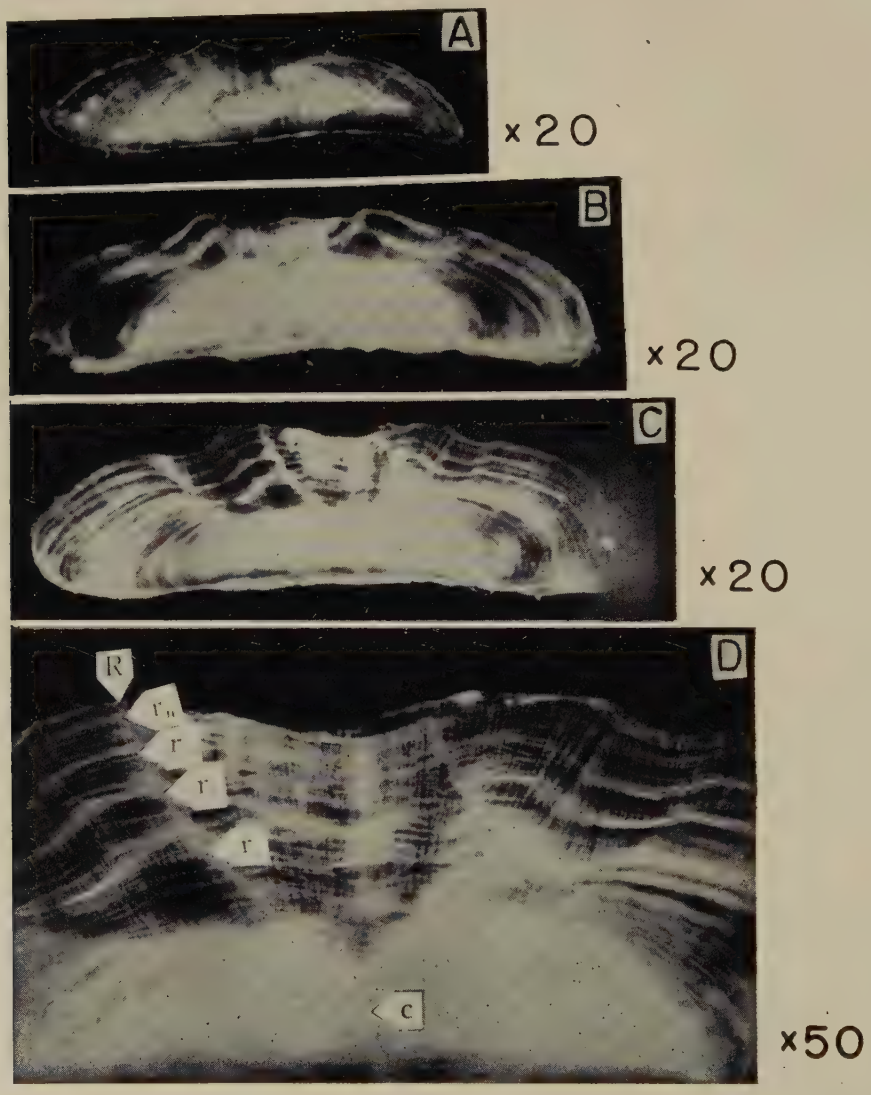


Fig. 1. Otolith of *Pseudorhombus cinnamoneus* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

A. Otolith from fish 188 mm., caught in May. No mark presents.
B. Otolith from fish 243 mm., caught in May. r_2-mark presents.
C. Otolith from fish 320 mm., caught in October. r_4-mark presents.
D. Otolith from fish 320 mm., caught in October, to show the detail of the annuli. r_4-mark presents.

Note: C ..... center of the otolith
r_n ..... mark size
R ..... otolith size

alternately over opaque central portion. These zones form a concentric circle from the center of the otolith, and are somewhat invisible in the ventral sector. Measuring axes are definable as contour of a fault plane of V-shaped in the lateral sector of the otolith. Mark sizes, r_n, are measured as the innermost contours of the opaque zones (see Fig. 1–D).

3. Relationships of total length to otolith size

Relationship of otolith size, R, with the total length, L, is expressed by following two different equations (see Fig. 2);

$$R = 2.68 \times 10^{-3} L \qquad L \leqq 276.8 \text{ mm.} \quad R \leqq 0.742 \text{ mm.} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$R = 4.53 \times 10^{-3} L - 0.512 \qquad L > 276.8 \text{ mm.} \quad R > 0.742 \text{ mm.} \quad \ldots\ldots (2)$$

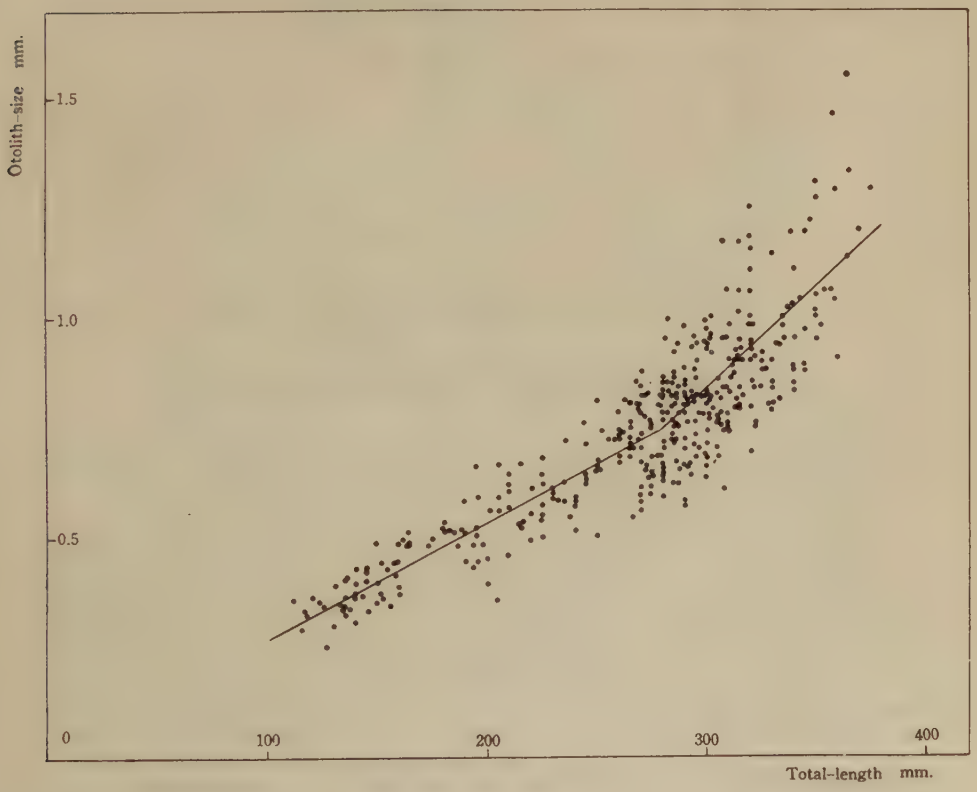


Fig. 2. Relationships of otolith size to total length

Both right and left otoliths are equal in the probability of mark-formation, but the otolith size, and the mark sizes, are different with each other, so in this study the right otoliths are used to show the relationships of total length to otolith size.

4. Examination of similarity in the mark sizes of the otolith

Relationship of otolith size with the mark size examined with 29 specimens (260–289 mm. in total length, caught for the months from April to June) is

expressed approximately in a linear regression though with considerable large variations in the large size group. Similarity of mark size is always found in fishes caught in any season of a year (see Fig. 3, Tab. 1).

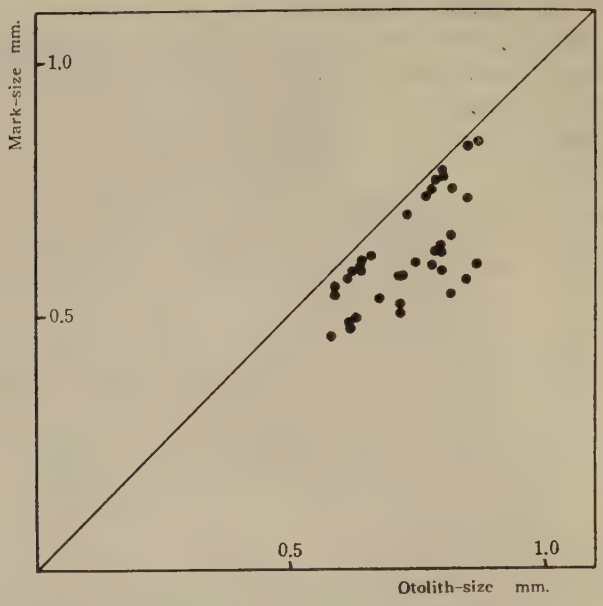


Fig. 3. Similarity of r_n to R based on 29 specimens, 260–289 mm. in total length, in 3 months from April to June

Table 1. Probability of mark formation based on 29 specimens, 260–289 mm. in total length, caught in 3 months from April to June

Mark number		r_1	r_2
Numbers of specimens	with mark	18	17
	omission	11	12
	with duplicate marks	1	1
Rate of mark-formation (%)		62	59

5. Standardization of the mark size and the test of correspondency

Standard otolith sizes, $\hat{R}$, are derived from equation (1) and (2). Standard mark sizes, $\hat{r}_n$, are obtained by correcting the measurement of the otolish

Table 2. Mark size (r_n) and intermediate length (l_n) and intermediate weight (w_n) obtained from otolith method

r_n (mm.)	0.584	0.705	0.825	0.922	1.005
l_n (mm.)	218.1	263.3	295.1	316.6	334.9
w_n (g.)	116.0	204.4	287.7	355.4	420.7

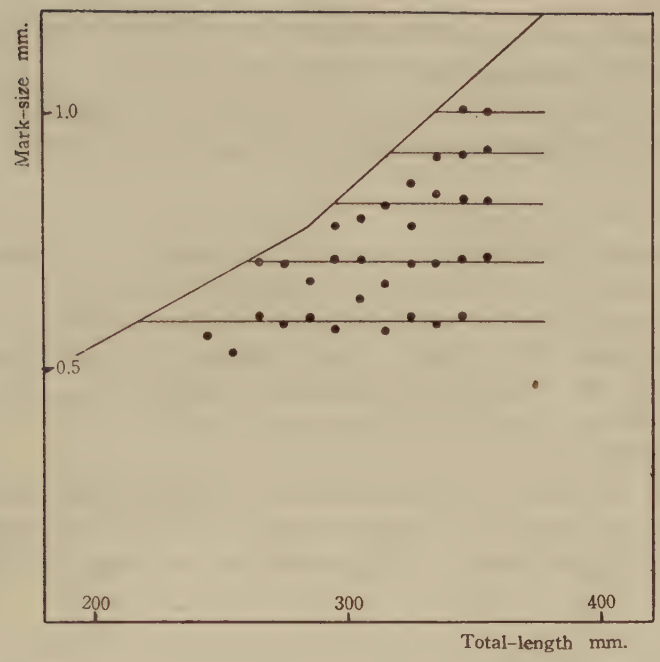


Fig. 4. Correspondency of mark size to total length

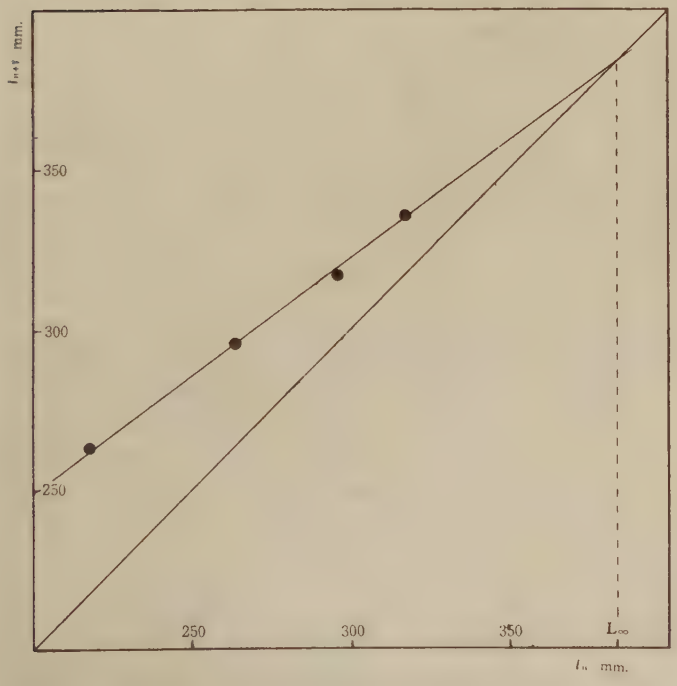


Fig. 5. Walford's growth transformation of total length

size, R, and mark sizes, r_n, with the factor of $r_n \times \frac{R}{\hat{R}}$ because the similarity is recognizable as mentioned above. For each different size group in every 10 millimeter unit, relationship between modes of standardized mark size and total length is expressed linearly, that is the correspondency of mark size (see Fig. 4, Tab. 2)

6. Walford's plots of growth

The intermediate length, l_n, namely, the length at the season of mark formation is derived from modes of $\hat{r}_n$ applied to equation (1) and (2). By Walford's graphic method with total length represented along both the x-axis and along the y-axis, plot l_n on the x-axis against l_{n+1}, respectively, on the y-axis (see Fig. 5). These points fall along a straight line, showing transformation of growth, given by a following equation;

$$l_{n+1}=0.732\, l_n+102.9 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

From this one can recognize that the growth increments are corresponded to the equal time intervals. The ultimate length (l_∞) is given by a point of intersection with a line drawn at 45° through the zero point ($l_\infty = 384$ mm.).

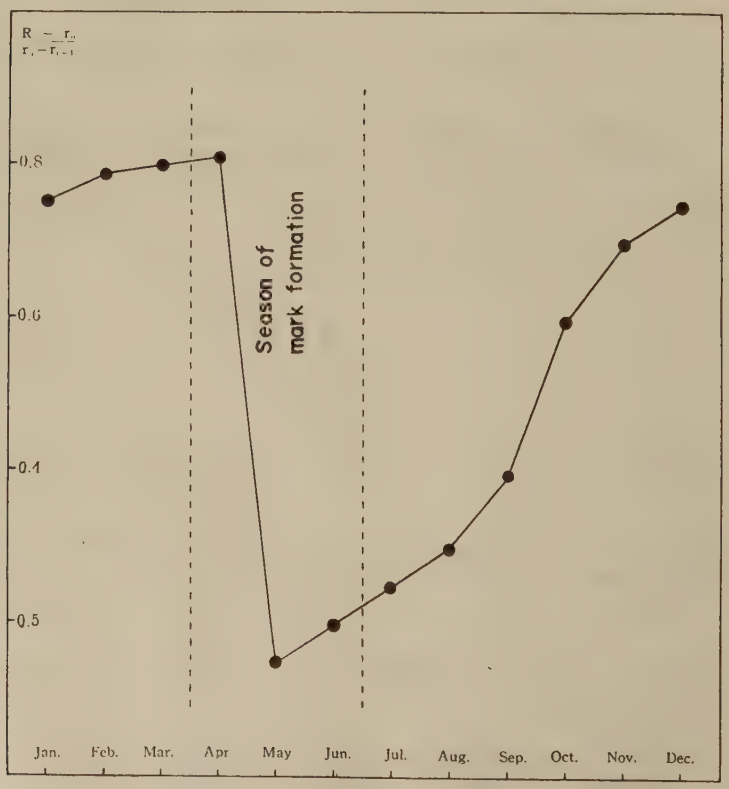


Fig. 6. Monthly changes of growth rate of marginal region of otolith

7. Period of mark-formation and spawning season

The period of the mark-formation is estimated from monthly changes of marginal increment, namely, $(R-r_n)/(r_n-r_{n-1})$. Marginal increment shows minimum value in May (see Fig. 6). The height of spawning season is considered from late in October to early in November from monthly changes of maturity index, G. W./L^3, (see Fig. 7).

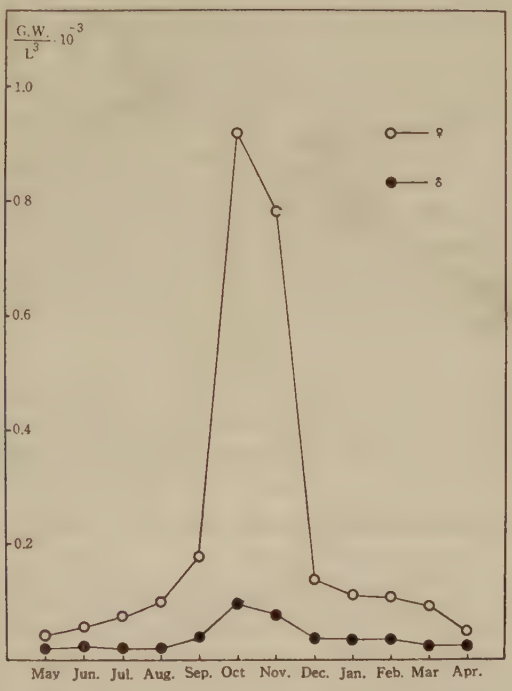


Fig. 7. Monthly changes of gonad index

Growth

The first mark (r_1) is just formed in the 1.5 years old fish. Putting t=0 at the spawning time, and applying l_n to the equation of growth which has been derived by Pütter-von-Bertalanffy, the total length at t years after the fish spawned is shown by the next expression;

$$L_t = 384(1-e^{-0.311\,t-0.346}) \quad \cdots\cdots (4)$$

Relationship of total length to body weight is given as (Fig. 8);

$$W = 1.12\times10^{-2}L^3 \quad \cdots\cdots (5)$$

and the growth of body weight is formularized by the following equation;

$$W_t = 634(1-e^{-0.311\,t-0.346})^3 \quad \cdots\cdots (6)$$

From this equation the period of maximum growth rate, T, is obtained as 2.42 years (L_T=256.2 mm., W_T=188.4 g.) (Tab. 3).

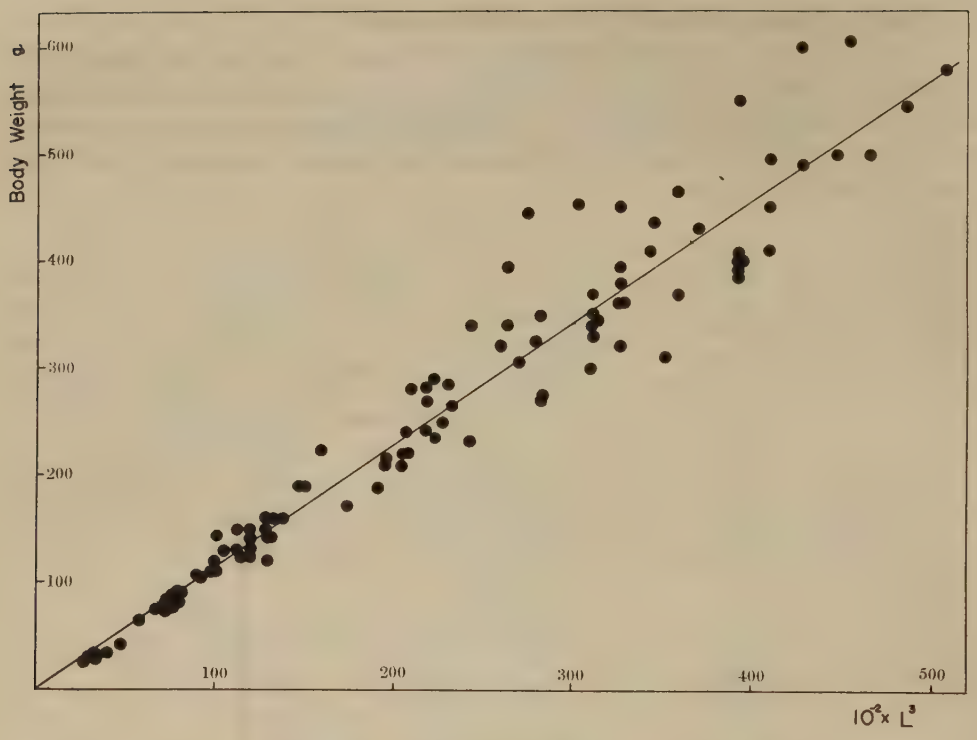


Fig. 8. Relationship of (total length)^3 to body weight

Table 3. Total length and body weight at t years after spawning calculated from Pütter-von-Bertalanffy's and Buch-Andresen-Fisher's equations

t (year)	1	2	3	4	5	T=2.42
L_t (mm.)	184.9	238.2	277.1	305.7	326.6	256.2
W_t (g.)	70.8	151.3	238.4	320.0	390.3	188.4

Literature

(1) Takeshita, K: Records of Oceanographic Works in Japan, special number 3 1959.
(2) Mio, S: Records of Oceanographic Works in Japan, Vol. 5 No. 2, 1960, p. 79–85.
(3) Mio, S: Records of Oceanographic Works in Japan, Vol. 5 No. 2, 1960, p. 86–97.

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

AGE AND GROWTH OF RED SEA BREAM, *EVYNNIS JAPONICA* TANAKA

By

Shin-ichi Mio

(Laboratory of Fisheries Faculty of Agriculture, Kyushu University)

For biological study of red sea bream "*Chidai*", *Evynnis japonca* TANAKA, 687 specimens were collected from the landings mostly caught by boat seine during the period from April, 1957 to October, 1959. Here, I wish to thank Professor H. AIKAWA, for his critical reading and commenting of preparing this paper.

I Age

The scales of ctenoid type are cleaned by putting in 5 percent solution of potassium hydroxide about 10 hours and then by washing well. The dried scales are prepared between the two slide glasses presented for observation.

The scale picture is of inflection type of ridges in both lateral sectors, but rather of concrescent type in the anterior sector. The marks are definable by ridges as distortion in both lateral and anterior sectors (Fig. 1). Scale-size (R) and mark-size (r) are measured on the longitudinal axis from the origin of growth (center of nucleus) by means of projector (magnified 20 times).

The relationship between (R) and (r)—*Similarity*—is examined for each scale groups taken from five different body portions respectively (Figs. 2 and 3). Although the *similarity* of mark-size is well recognizable in scales of every portion of the body, the probability of mark formation is 100 percent only among the scales taken from the portion D but less rather in the other portions, being 0.94 on an average. Many regenerated scales are present in every portion, but comparatively less in portion D. In addition, it is difficult to measure the mark-size exactly since scales are small in these portion except those in portion D and E (Tables 1 and 2).

Table 1. Rate of mark-formation in each portion

Portion/Mark	I	II	III	IV	Mean
A	1.00	0.94	0.80	0.95	0.92
B	1.00	0.82	0.88	0.95	0.91
C	0.97	0.80	0.88	0.95	0.90
D	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	1.00	1.00	1.00	0.95	0.99

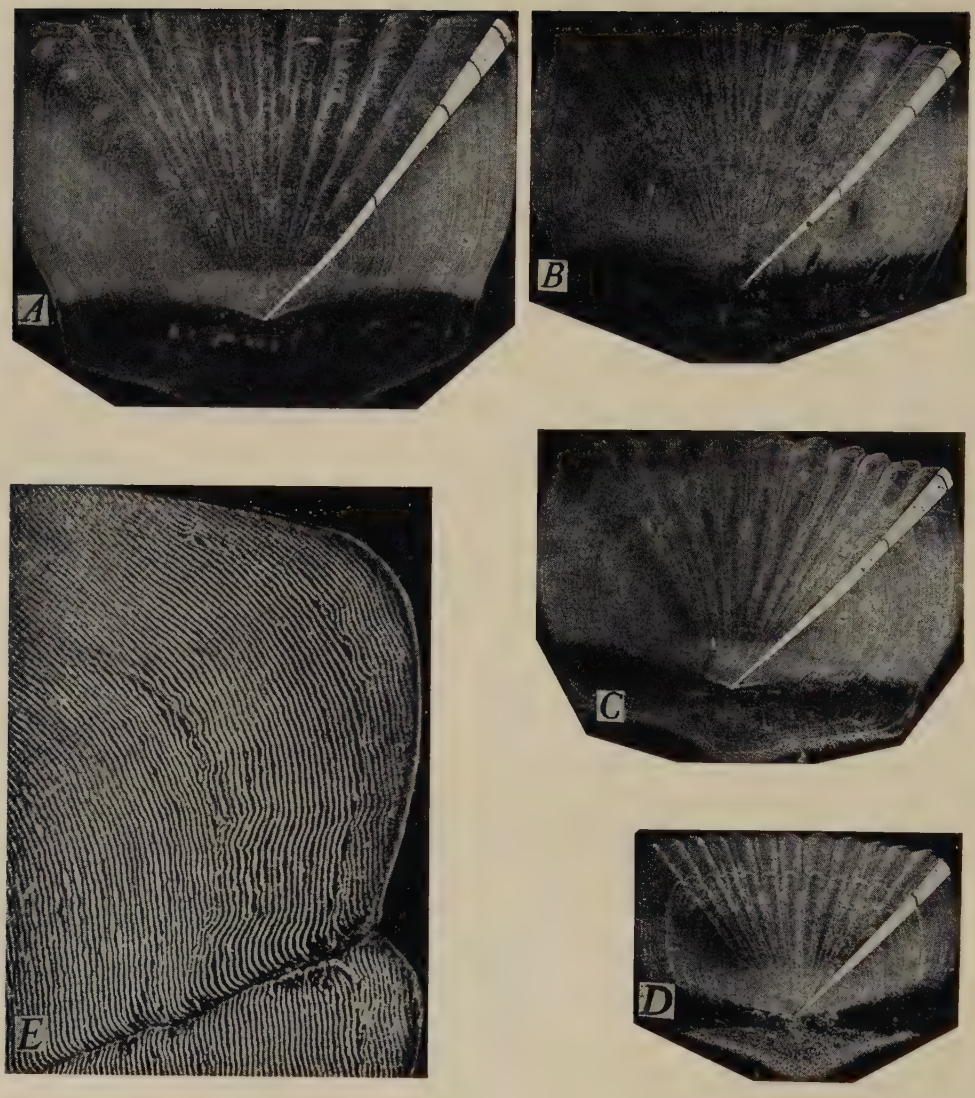


Fig. 1. Photograph of scales showing the marks and the measuring axis.
a. Four marks scale, F. L. 258 mm. May 5th 1957
b. Three marks scale, F. L. 244 mm. Feb. 2nd 1958
c. Two marks scale, F. L. 214 mm. Jun. 12th 1957
d. One mark scale, F. L. 135 mm. Jun. 6th 1957
e. Antero-lateral view of the mark

Relationship of fork length (L) to scale-size (R) is approximately expressed by the equation (1) with considerable variation of plotting of (R) against (L) (Fig. 4).

$$\hat{L}=e^{0.338}\hat{R}^{0.456} \quad \cdots\cdots (1)$$

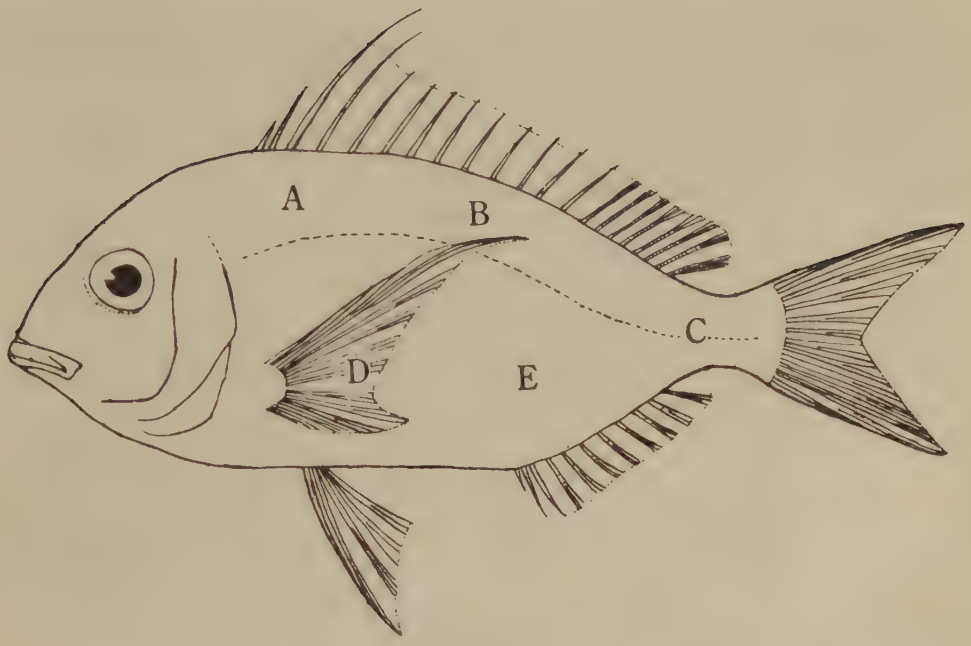


Fig. 2. Body portions in which scales were collected

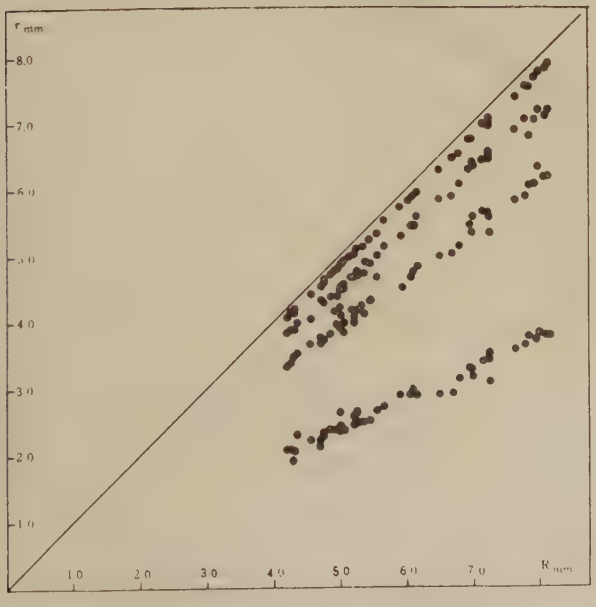


Fig. 3. Similarity of mark size

Table 2. Rate of mark-size fallen in the range of standard deviation (δ) by portion

Portion/Mark	I	II	III	IV	Mean
A	0.90	0.73	0.77	0.90	0.83
B	0.78	0.88	0.79	0.53	0.77
C	0.66	0.86	0.80	0.57	0.72
D	0.90	0.82	0.75	0.95	0.86
E	0.80	0.78	0.82	0.68	0.77

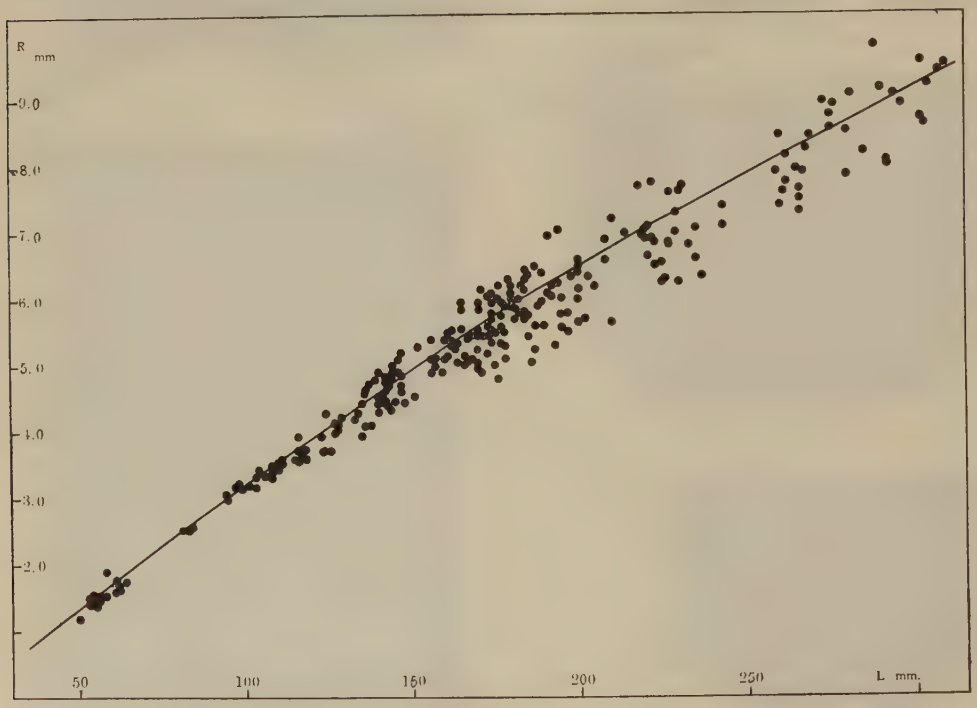


Fig. 4. Relationship of fork length to scale

(R) and (r) measurements are standardized by multipling with factor, $\hat{R}/R$, since the similarity is recognizable as mentioned above. Sampling of specimens will be accompanied inevitably by following two errors: (a) the young fish is sampled in larger numbers than the old one; (b) the same relationship in *similarity* appears in the relationship of the fork length to mark-size in the same age group. The relationship of standardized mark-size to fork length —Correspondency—is expressed linearly (Table 3).

Lastly, following Walford's graphic method the following equation is obtained,

$$r_{n+1}=0.708\ r_n+2.89 \quad \ldots\ldots (2)$$

Then, these marks are formed at the same time-interval. The values of $R-r_1/R$ and of $R-r_n / r_n-r_{n-1}=a$ change seasonally, attaining the minimum

Table 3. Modes of standard mark-size in season and each interval of fork-length

Season	Mode of fork-length	r_1 mm.	r_2 mm.	r_3 mm.	r_4 mm.	r_5 mm.
Mar.	136	3.88				
—	191	3.75	5.62			
	236	3.88	6.12	7.12		
May	266	3.88	5.62	6.88	7.62	
Jun.	141	3.88				
—	196	3.88	5.88			
Aug.	231	3.88	6.12	6.88		
Sep.	126	3.25				
—	181	3.62	5.62			
	251	3.88	5.88	6.62	7.62	
Nov.	276	3.62	5.38	6.62	7.88	—
Dec.	131	4.12				
	161	3.62	5.12			
—	226	3.75	5.62	6.88		
	261	3.62	5.50	6.88	7.75	
Feb.	291	3.88	5.62	6.88	7.75	8.38
Mean		3.88	5.62	6.88	7.75	8.38
l		121	178	220	251	274

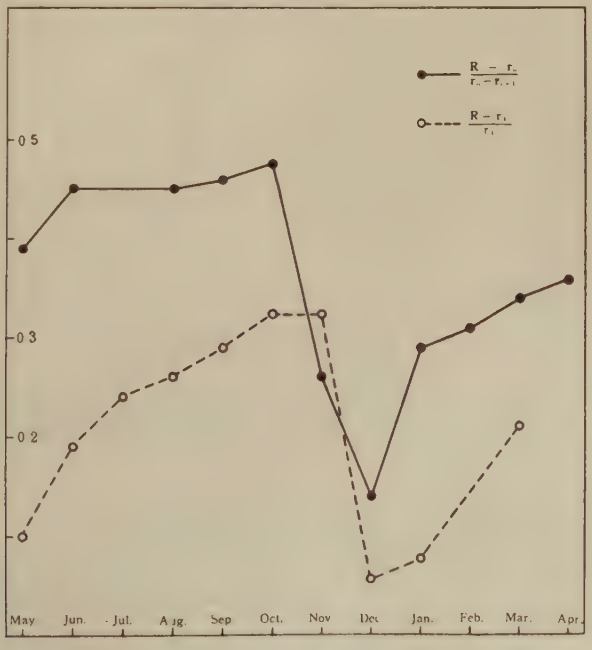


Fig. 5. Monthly changes of marginal growth index $R-r_n/r_n-r_{n-1}$, $R-r_1/r_1$

value in December. The mark is formed in this month of every year. The fork length, l_n, when the n-th mark is just formed in December, is computed by the equation (1).

II Growth

The sizes of fork length, l, obtained by the scale method are tested by Walford's graphic method and expressed by a equation as below;

$$l_{n+1} = 0.735 l_n + 90 \quad \cdots\cdots (3)$$

The main spawning season is considered in October (Fig. 5). Here, l_1, the

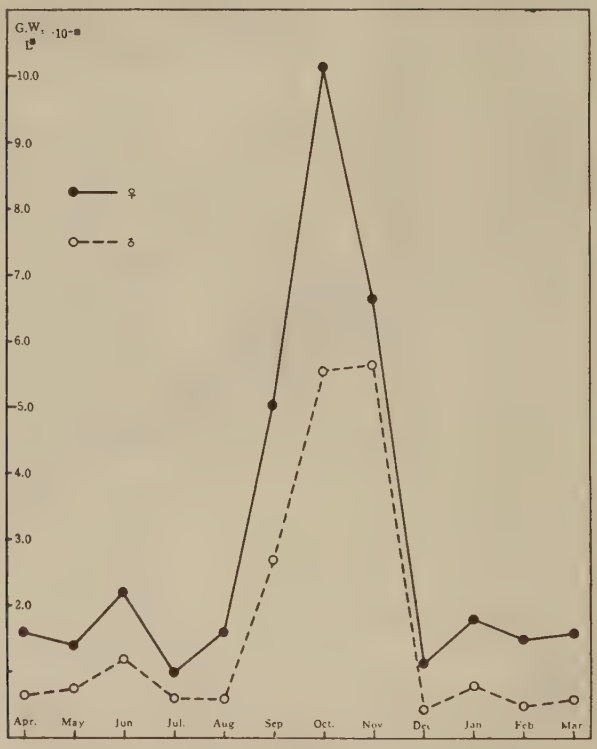


Fig. 6. Monthly changes of maturity index, G. W./L³

first mark just formed is not attained in December of 0-age but in these months of 1-age. Thus, putting t=0 at the spawning time, the growth in length (L) is given as,

$$L_t = 340(1 - e^{-0.308t - 0.068}) \quad \cdots\cdots (4)$$

where L is the fork length at t years since spawned.

Relationship of the body weight (W) to the fork length is given approximately as,

$$W = 2.36 \cdot 10^{2} \cdot L^{3} \quad \cdots\cdots (5)$$

Hence, the growth of body weight is derived from the equation (4).

$$W_t = 928(1 - e^{-0.308t - 0.068})^{3} \quad \cdots\cdots (6)$$

where the time of the maximum growth rate (T) is 3.34 years (L_T: 227 mm. W_T: 277 g.).

Table 4. Fork-length and body weight at t years since spawned

t	*L* *Lt.* mm.	*W* *Wt.* g.
1	107	28
2	168	112
3	214	231
4	248	358
5	272	474
6	292	576

Literature

(1) Takeshita, K: Records of Oceanographic Works in Japan, special number 3 1959.
(2) Mio, S: Records of Oceanographic Works in Japan, Vol. 5 No. 2, 1960, p. 79–85.
(3) Mio, S: Records of Oceanographic Works in Japan, Vol. 5 No. 2, 1960, p. 86–97.

九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 I

メバルの年令，成長および成熟

三　尾　真　一

Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu

I. Biology of *Sebastes inermis* Cuvier et Valencinnes

Shin-ichi Mio

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻　第4号，別冊，昭和36年7月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 18, no. 4, JULY 25, 1961

九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 I

メバルの年令，成長および成熟

三　尾　真　一

Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu

I. Biology of *Sebastes inermis* Cuvier et Valencinnes*

Shin-ichi Mio

メバルは，魚類の全漁獲高から見るとさして重要な魚種とは言えないが，その分布が広く，沿岸の漁業者にとつては重要な漁獲対象の一つである．九州において沿岸付近に棲息する魚類の資源生物学的研究を行なうに当つて，先づ本種の年令，成長及び成熟について調査研究を行なつた．

用いた資料は，1955年7月より1958年4月に亘り採集された644尾で，採集地は福岡市近郊の津屋崎（九州大学農学部水産実験所所在地）であり，ほとんど津屋崎魚市場において購入し，一部は水産実験所の試験船を用いて採集した．捕獲に用いられた漁具は主に三重網（底刺網，津屋崎近辺では角目網と称する）で，一本釣によつて捕獲されたものが僅かに混つている．年令査定には，鱗及び耳石を用いた．

本研究を行なうに当り始終懇切な御指導及び御校閲を頂いた相川教授並びに塚原助教授に厚く御礼申し上げる．

I. 年　　令

1. 鱗法による年令査定

採集した魚体を水洗し汚物を取り去つたのち鱗をピンセットで採取し，直ちにビーカーに移して5％苛性カリに約10時間浸漬し，付着している汚物を除去する．その後，充分に水洗して完全に苛性カリを除き2枚のスライドガラスに挟み，標本とした．

本種の鱗は，比較的厚い大型の櫛鱗である．投影機で拡大し，次のような観察を得た．

i) 鱗の隆起線は，中心部において完全な円をなすが，鱗が成長するに従つて露出部の一部から切れ始め不完全な円となり，その程度は次第に進む．次いで被覆部上辺に生ずるほぼ直線状の隆起線が現われると，再び完全な円状の隆起線が認められる．このような隆起線の形成過程は，鱗の成長とともに繰返され，鱗の透視観察に際して明瞭に認められる．

ii) 被覆部上辺の隆起線は，ほぼ等間隔に生じているが，所々に間隔の広い二，三の隆起線が観察される．

---

* Contributed this peper in an outline to Records fo Oceanographic Works in Japan, Vol. 5, No. 2, March, 1960.

上記の二つの状態が併せ見られる部分を年令標示と定めた（第1図）．投影機で 20 倍に拡大し，中心と被覆部の角を結んだ軸（鱗の前側軸）上で計測した

鱗は鰭と頭部の一部とを除く魚体全表面に存在するが，年令査定にはこのうち一部分の鱗が用いられる．用いる鱗を選ぶに当って，個体内において鱗の標示が同じ状態で形成されているかどうかを検討する必要がある．

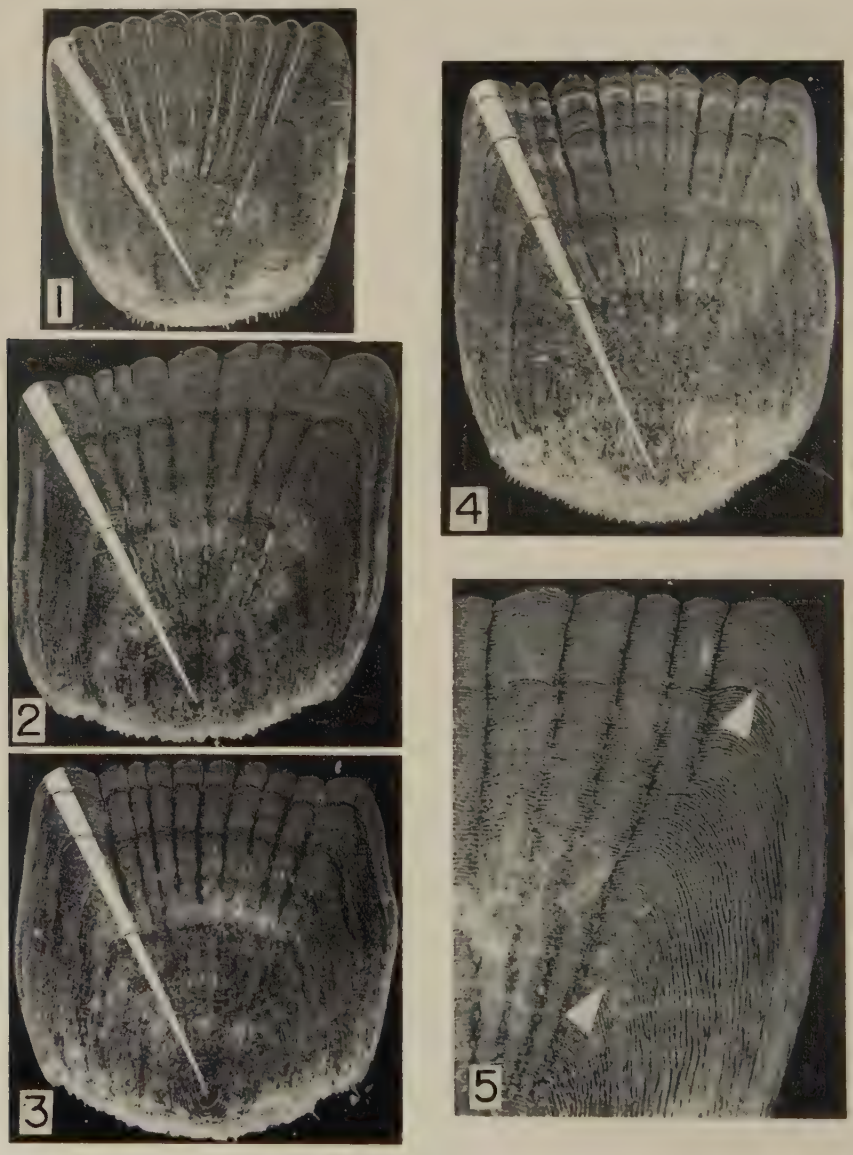


Fig. 1. Photographs of the scales. 1. Nov. 11, 1956. L=109 mm. 2. Jun. 9, 1956. L=199 mm. 3. May 10, 1956. L=219 mm. 4. Nov. 9, 1956. L=240 mm. 5. Picture of marks.

この研究では魚体表面を側線上部と側線下部に分け，さらにその各を前部，中部，後部の3部に分けて，これらを側線上部でA，B，C，側線下部でD，E，Fの各部位とした（第2図）．各部位から採取した鱗を計測し，鱗径と標示径との関係を求めると，標示径はその鱗径に対応し，大きな鱗の標示はその鱗径に応じて大きく，小さな鱗の標示は小さな標示径を示す．即ち，鱗の年令標示は個体内に於て相似的に形成されている（第3図）．

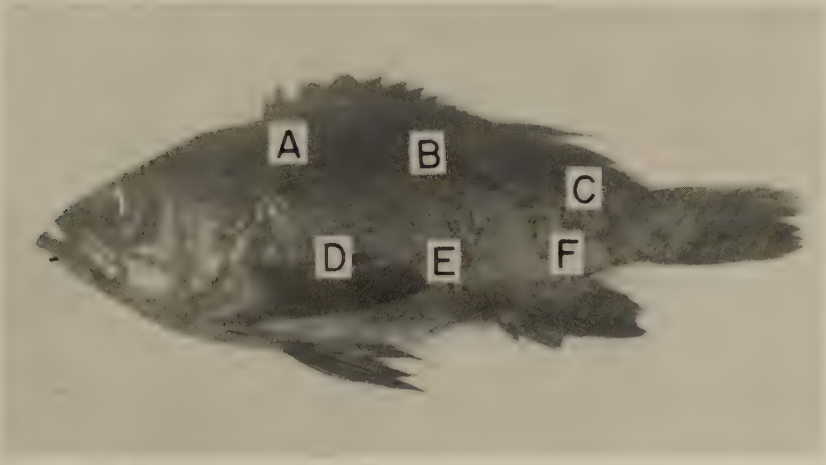


Fig. 2. Body portions in which scales were collected.

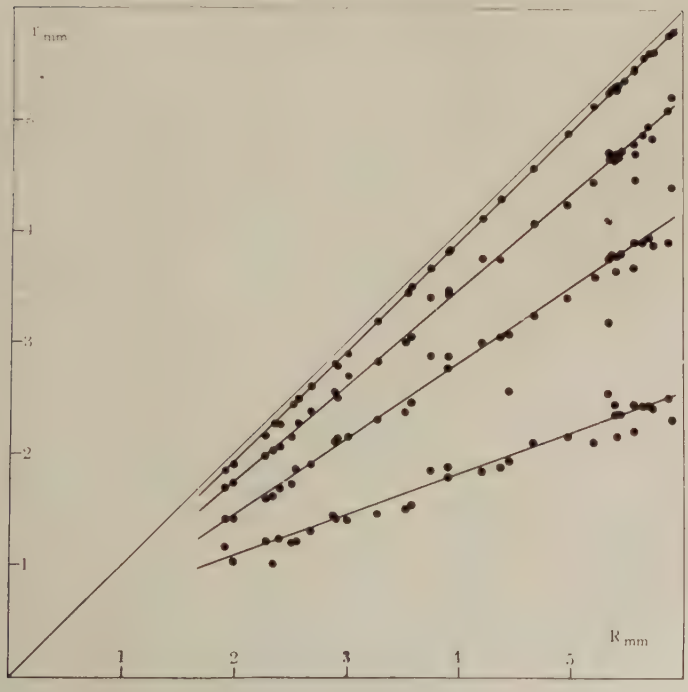


Fig. 3. Similarity of the marks-size on scales.

本種の鱗の標示は相似性（similarity）を有する．従つて，鱗の年令標示は年令査定に用いられうることが明らかになつた．

次に，年令を査定するのにどの部位の鱗が最も適しているかを調べるために，標示の形成率，鱗の大きさ，再生鱗の割合について部位別に求めた（第1，2及び3表）．これを4個体について調べた結果，標示の形成率はどの部位でも非常に高く平均94％を示し，特にD部位においては100％を示したが，A，B及びCの3部位は再生鱗が多くて正常鱗の採集が難しいし，また鱗も小さくて計測に誤差が入りやすい．従つて，D部位の鱗，すなわち胸鰭下及びその周辺の鱗の中の1枚をもつてその個体の年令を表示するものとし年令査定を行なうこととした．

Table 1. The rate of the mark-formation in each portion.

Indiv.	Portion					
	A	B	C	D	E	F
1	0.90	0.87	0.95	1.00	0.92	1.00
2	0 90	0.93	0.75	1.00	0.87	0.93
3	0.90	0.93	0.80	1.00	0.96	0.93
4	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00
Mean	0.93	0.93	0.85	1.00	0.94	0.97

Table 2. The rate of the regenerated scale to the total number of scales in each portion.

Indiv.	Portion					
	A	B	C	D	E	F
1	0.96	0.98	1.00	0.92	1.00	1.00
2	0.96	0.96	0.78	0.74	0.76	0.90
3	0.84	0.94	0.84	0.66	0.72	0.84
4	0.74	0.82	0.68	0.46	0.74	0.68
5	0.92	0.94	0.82	0.70	0.86	0.94
6	0.72	0.76	0.62	0.52	0.66	0.70
7	0.84	0.64	0.70	0.46	0.82	0.84
8	0.66	0.54	0.64	0.34	0.38	0.70
9	0.68	0.64	0.76	0.36	0.42	0.82
10	0.42	0.64	0.34	0.24	0.58	0.58
Mean	0.77	0.79	0.70	0.55	0.69	0.80

Table 3. The scale-size in each area.

Indiv.	Portion					
	A	B	C	D	E	F
1	2.41	3.00	3.50	5.64	5 20	4.01
2	2.19	2.66	3.16	4.91	5.56	3.90
3	2.76	3.58	3.31	4.73	5 12	4.16
4	2.90	3.47	3.83	5.68	6.17	3.89
Mean	2.57	3.18	3.45	5.24	5.51	3.99

鱗径（R）と全長（L）との関係を求めると，ほぼ直線的な関係が認められ，次の計算式で表わした（第4図）．

$$\hat{L} = 34.20\,\hat{R} + 37.3 \quad \cdots\cdots(1)$$

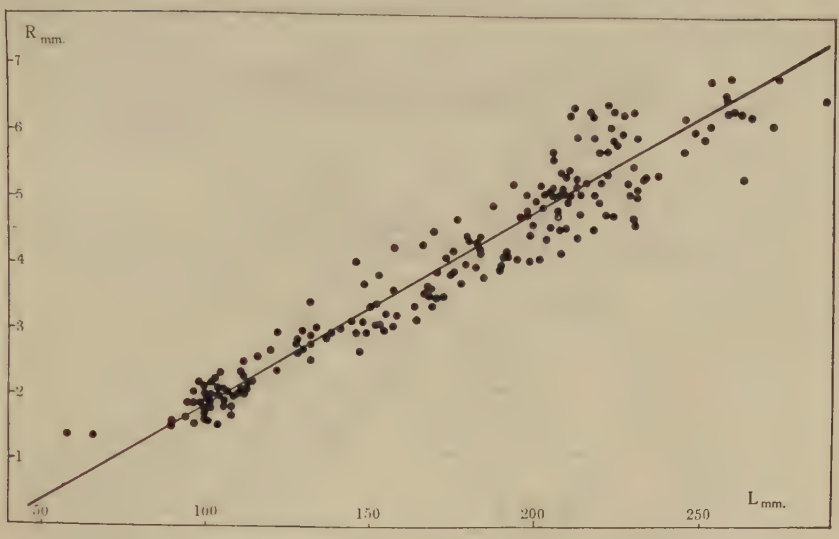


Fig. 4. Relationship of the scale size to the total-length.

しかしこの関係には相当な分散があり，測定されたままの標示径を用いることは適当でない．それは標示径にも鱗径の分散に対応した分散が現われることになるからである．この鱗径の分散による標示径の分散を除くために，次の式を用いて実測した標示径を標準化した．

$$\hat{r}=\frac{\text{標準鱗径}(\hat{R})\times\text{実測標示径}(r)}{\text{実測鱗径}(R)}$$

但し標準鱗径とは先に求めた計算式 (1) によつて得られた値である．以後，標示径としては上式によつて標準化されたものを用いた．

次に標示径と全長との関係を求めると，鱗径と体長の回帰直線に平行した関係が認められる．これは先に述べたように鱗の標示は鱗径に応じた大きさをもち，また全長と鱗径の関係に見られるように全長の大きな魚の鱗は大きいことの 2 つの事実から明らかなことである．同一年級に属する個体群で考察すれば，成長の良い大きな個体は鱗も大きいので大きな標示径を，また成長の悪い個体は鱗も小さくそれに応じた小さな標示径を示し，その関係は体長と鱗径との関係に近似する．

また水揚げされた漁獲物では小型の個体が多く，従つて資料にも必然的に小型の個体が多くなり，先に述べた同一年級内での体長の分散とともに，資料的にも偏りが生ずる．一方，各年級群の標準の標示の大きさは年級群毎に求められねばならないが，このために標示径を季節別に何らかの規準で大凡の年級群に分け，各の代表値を求め，その代表値から標準の標示径が求められねばならない．すなわち上に述べた資料的な偏りを除くためにも，標示径の対応性 (correspondency) について調べなければならない．

しかし，本研究においては資料数が少ないために季節別に求められなかつた．従つて周年の資料を一括して年級別に分ける方法を用いた．年級群の規準としては，標示の形成率が非常に高いので同一標示群に属するものは同一年級群としても大きな誤りはないとみて標示群を用いた．すなわち，標示群別に標示径の分布を調べ，その最頻値に当る標示径を各

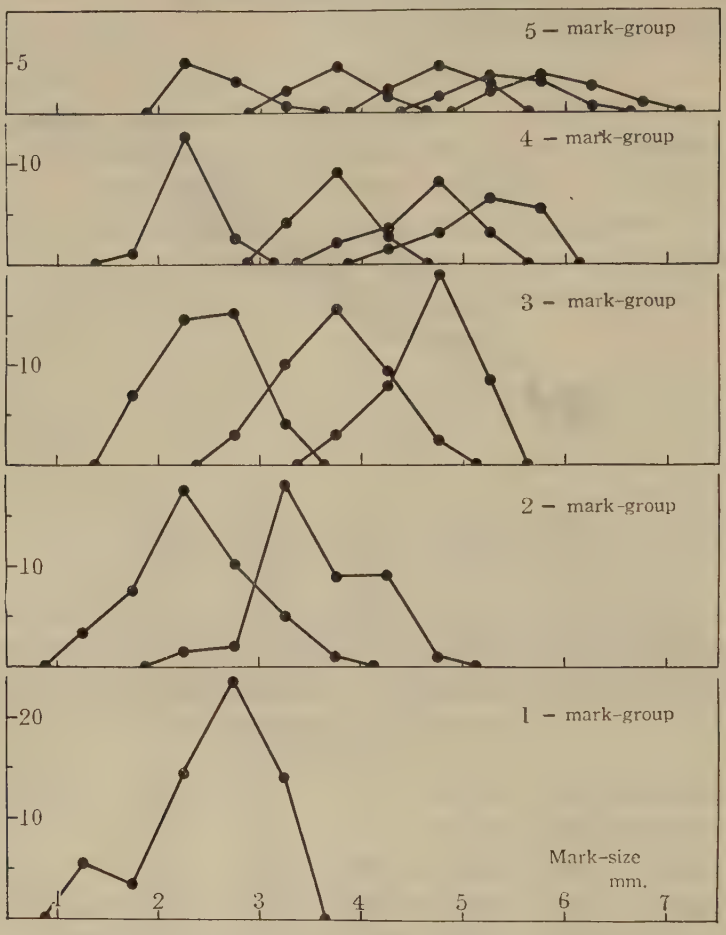


Fig. 5. Correspondency of the marks-size on scale.

標示群の代表値とし，求められた各の代表値から標準の標示径を求めた（第5図，第4表）．次に求めた標示径と体長の関係から各個体の標示を吟味した．この結果不標正示は少なく標示の信頼度は高く，標示は比較的規則正しく確実に形成されていることが分つた(第6表)．

Table 4. Modes of standard mark-sizes in each mark group (scale method).

Mark-group	r_1 (mm)	r_2 (mm)	r_3 (mm)	r_4 (mm)	r_5 (mm)
I	2.75				
II	2.25	3.25			
III	2.50	3.75	4.75		
IV	2.25	3.75	4.75	5.50	
V	2.25	3.75	4.75	5.50	6.00
Modal-size	2.25	3.75	4.75	5.50	6.00
l	114.3	165.6	200.8	225.5	243.0

Y軸に r_{n+1}, X軸に r_nをおき，標準標示径を Walford の成長転換法で検討すると次に

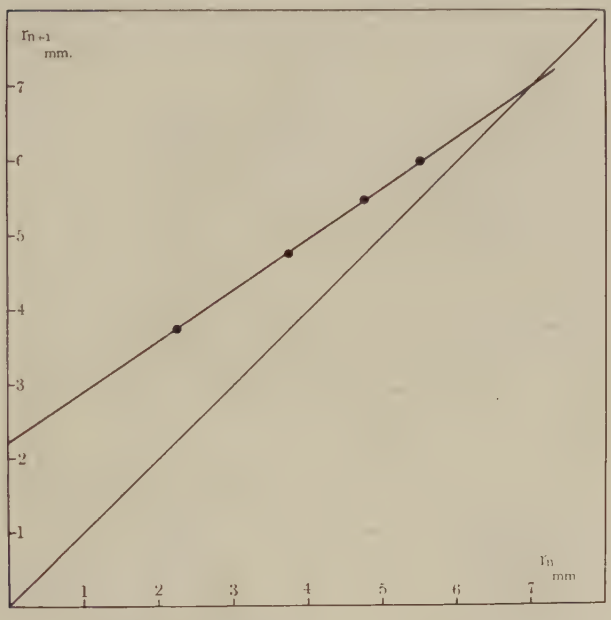


Fig. 6. Walford plot of the growth of scale.

示す直線で表わされ，この標示は一定の週期で形成されていることが分つた（第6図）.

$$r_{n+1} = 0.682\, r_n + 2.23 \quad \cdots\cdots(2)$$

上式の傾斜，すなわち1標示群においては α_1＝鱗径(R)−−標示径(r_1)/標示径(r_1)，2標示群以上では α_2 ＝鱗径(R)−n 標示径(r_n)/n 標示径(r_n)−n−1 標示径(r_{n-1}) なる指数の

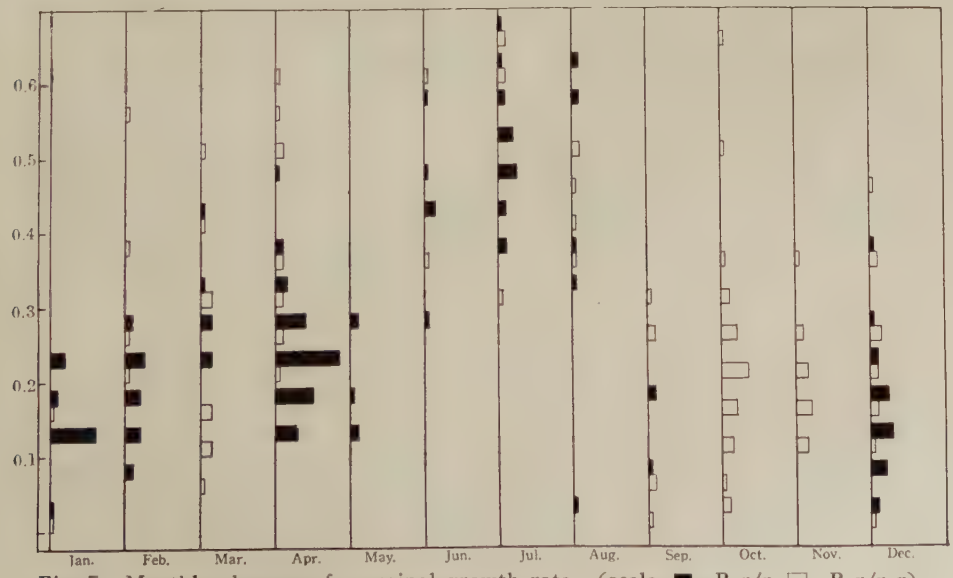


Fig. 7. Monthly changes of marginal growth rate. (scale, ■ =R−r/r, □=R−r/r−r)

月別変化を求めた．この値は1年を通じて9月で最小となり，しかもこの変化は明瞭であるから標示は8月から9月にかけて年に1回形成されると考えられる（第7図）．

2. 耳石法による年令査定

採取された耳石は，水洗して付着した血液や粘質物等を取り去つた後．98% アルコールで脱水してクレオソート・キシロール混液に約 30 秒浸す．クレオソート・キシロール混液よりとり出した耳石を直ちにスライド上にカナダバルサムで封じて標本とした．

耳石は楕円形で比較的大きく，厚さはやや薄いが硬くて丈夫である．投影機で 20 倍に拡大し次の様な観察を得た．

中心部は著しく不透明であり，その周囲に透明帯と不透明帯が交互に現われる．透明帯から不透明帯への移行の変化は緩やかで比較的不明瞭であるが，不透明帯から透明帯への移行は明確である．従つて，不透明帯から透明帯への移行部位，すなわち不透明帯の外辺を標示の読み取りに用いた．計測は短軸に沿つて腹側の半径を軸として行なつた（第8図）．

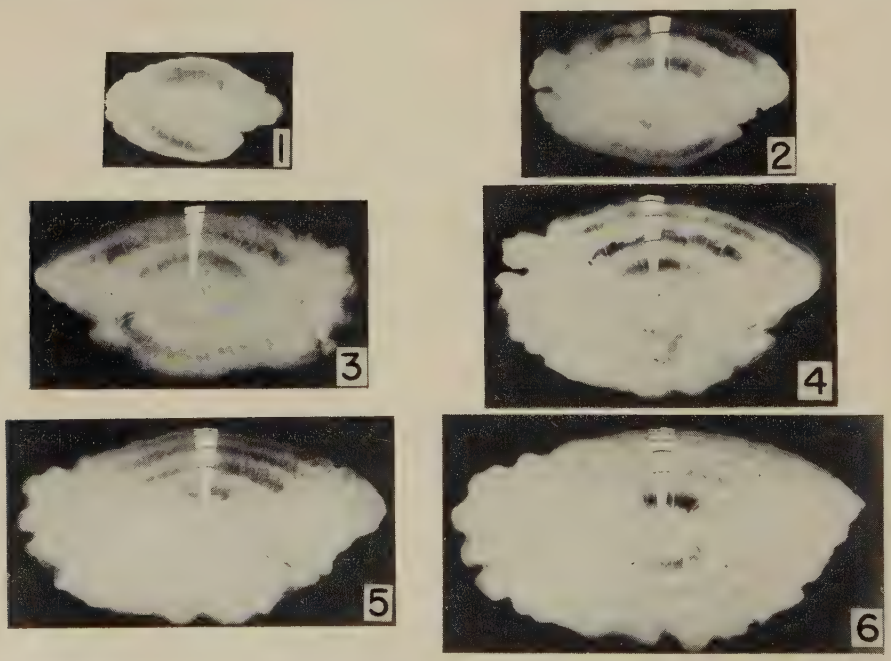


Fig. 8. Photographs of the otolith.
1. Mar. 23, 1956. L=109 mm. 2. Apr. 12, 1956. L=159 mm.
3. Nov. 23, 1956. L=194 mm. 4. Oct. 14, 1957. L=223 mm.
5. Jul. 9, 1956. L=231 mm. 6. Apr. 12, 1956. L=268 mm.

耳石の標示についても鱗と同様に相似性の検討を加えた．耳石は左右の1対しかないので同一時期に採集したほぼ一定体長の8個体の耳石を用い，その標示径について調べた．すなわち，計測された耳石径をX軸に，標示径をY軸に取ると標示径は各の耳石径に対し，左右で何らの相違も認められなかつたので，年令の査定には左右いずれか一方を用いた（第9図）．

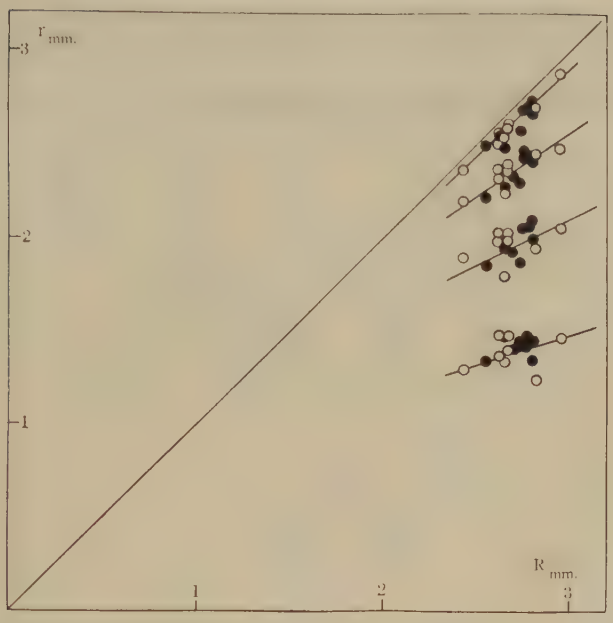


Fig. 9. Similarity of the marks-size of otolithes (220–241 mm.)　○: left ●: right.

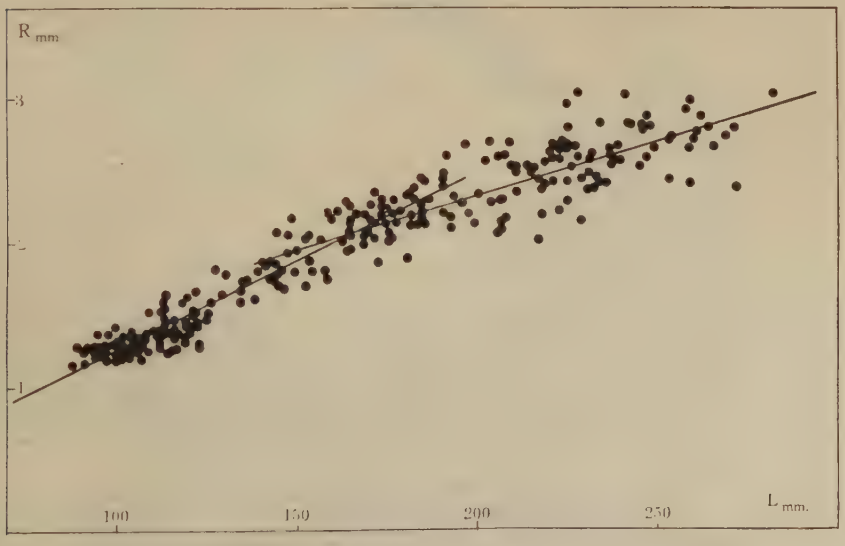


Fig. 10. Relationship of the otolith-size to the total length.

耳石径と全長とには相関々係が認められ，それを2本の直線で示した．その2本の直線は，全長 170 mm の点で交わる（第10図）.

$$\hat{L}_1 = 81.3\,\hat{R} - 2.5 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$\hat{L}_2 = 132.2\,\hat{R} - 108.4 \quad \cdots\cdots(4)$$

これ以後に行なつた手続きは，鱗の場合に述べた方法と同じであり，従つてその結果のみについて述べる．

標準耳石径への標準化及び標示群別の標示径の標準化を行ない，標準標示径及び計算体

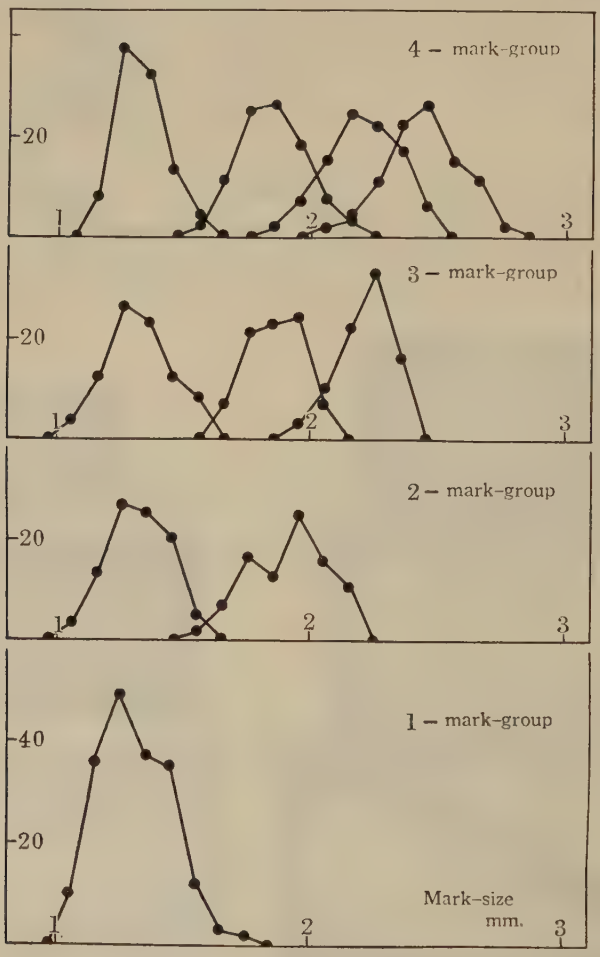


Fig. 11. Correspondency of the marks-size of otolith.

Table 5. Modes of standard mark-size in each mark group (otolith method).

Mark-group	r_1 (mm)	r_2 (mm)	r_3 (mm)	r_4 (mm)
I	1 25			
II	1.30	1.95		
III	1.30	1.95	2.25	
IV	1.30	1.80	2.20	2.45
Modal-size	1.30	1.95	2.25	2.45
l	103.3	156.3	189.8	216.0

Table 6. Rate of normal, omission and duplication of mark.

Mark	Scale			Otolith		
	Normal	Omission	Duplication	Normal	Omission	Duplication
1	93.5%	4.9%	1.6%	98.6%	0.9%	0.5%
2	87.7	3.7	8.6	92.6	2.5	4.9
3	86.4	7.6	6.1	93.7	—	6 3
4	87.5	4.2	8.3	96.2	—	3.8
Total	89.8	5.1	5.1	96.3	1.1	2.6

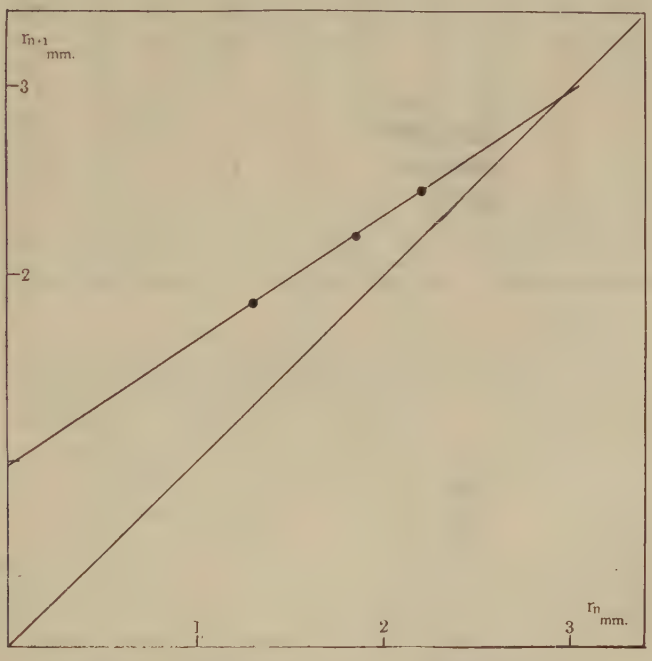


Fig. 12. Walford plot of the growth of otolith.

長が得られた（第11図，第5表）．また各個体の標示径を求められた標準標示径を規準として吟味し，耳石標示が規則的に確実に形成されることが分つた（第6表）．

標準標示径を Walford の成長転換法で検討し，次式によつて表わされる直線を得た．従つて，これらの標示は周期的に形成されるものと考えられる（第12図）．

$$r_{n+1} = 0.673\, r_n + 0.973 \quad \cdots\cdots(5)$$

また標示の形成期は4月で，年に1回形成される（第13図）．

II. 成　　長

成熟度指数（G.W./L^3）の月別変化を求めると，その値は 12～1月に他の月に較べて大きな値を示す．殊に12月で著しく大きな値を示し仔魚放出の盛期は12月である（第14図）．

次に採集個体の月別体長組成を調べると，仔魚の産出後4カ月に当る4月に 44 mm，5カ月に当る5月に 51 mm に各峯を有する個体群が多量に採集され，また8月に 60 mm 内

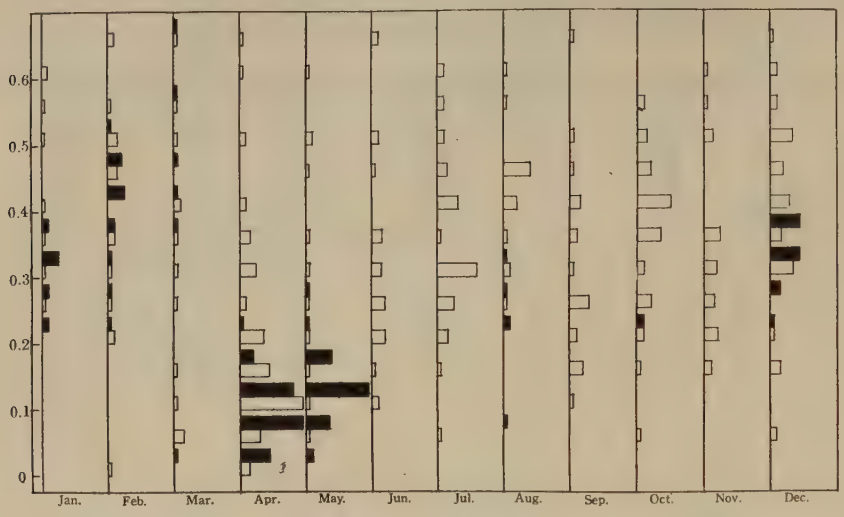


Fig. 13. Monthly changes of marginal growth rate. (otolith, ■=R–r/r, □=R–r/r–r)

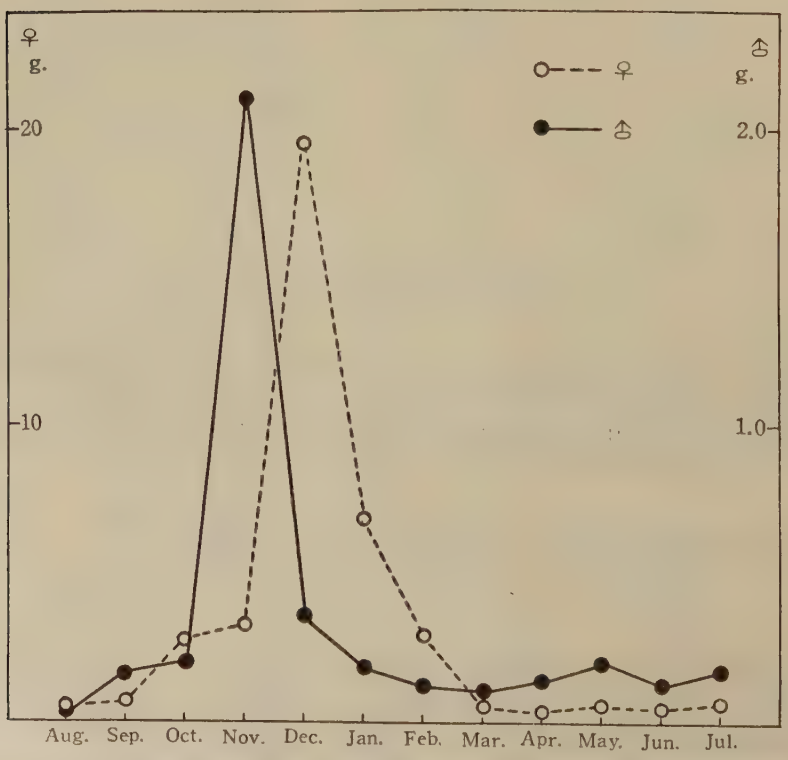


Fig. 14. Monthly changes of the gonad weight of the spawning group.

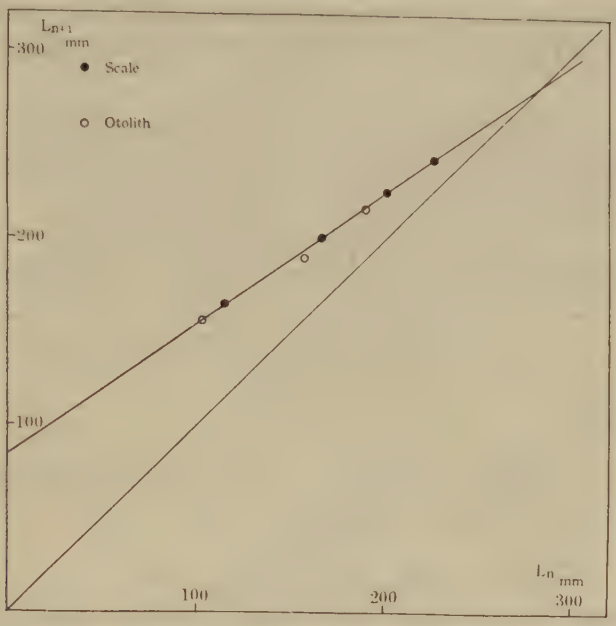


Fig. 15. Walford plot of the growth of total-length.

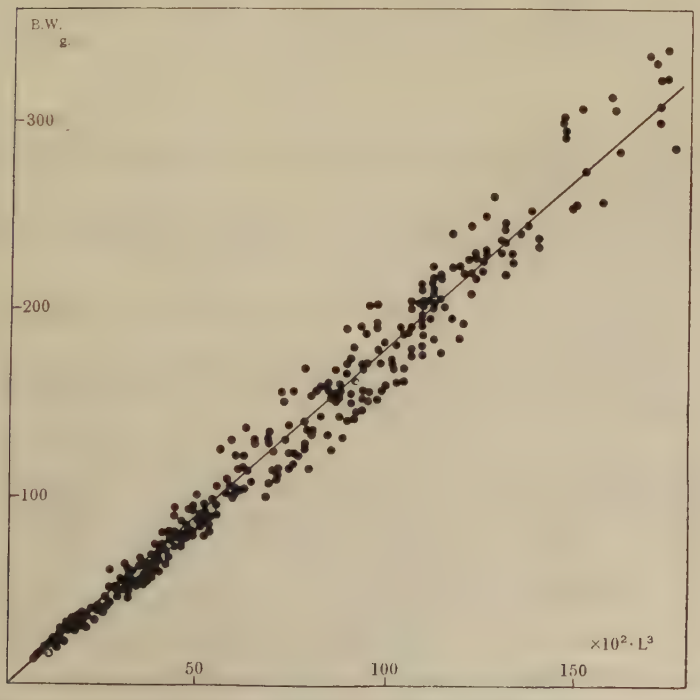


Fig. 16. Relationship of the body weight to the cube of total-length.

外の個体が現われる．従つて，耳石の第1標示形成時体長（103.3 mm）に達するのは産出後1年4ヶ月，鱗の第1標示形成時体長（114.3mm）まで成長するには1年9ヶ月を要することが分る．

鱗及び耳石から得られた標準標示径を各々の標示径–体長関係式で換算した計算体長をWalfordの成長転換図で吟味すると鱗法によつて求められた直線と耳石法から求めたものがよく一致する（第15図）．これは次に示した1個の式で表わされる．

$$l_{n+1} = 0.668\, l_n + 85.3 \quad \cdots\cdots(6)$$

上式より当魚種の成長を Pütter-Bertalanffy の式で示すと次式となる．

$$L_t = 283\,(1-e^{-0.359(t+0.1058)}) \quad \cdots\cdots(7)$$

全長の3乗値と体重（W）との間には直線的関係が見られ次式で示される（第16図）．

$$W = 1.77\times10^{-2}\cdot L^3$$

従つて体重増加は

$$W_t = 405\,(1-e^{-0.359(t+0.1058)})^3 \quad \cdots\cdots(8)$$

なる Buch-Andresen-Fischer の式で示される．この式から最大増重率を示す年令を求めると，産出後 3.35年（L_T；189 mm，W_T；120 g）である．

Table 7. Total length and body weight at t years after spawning.

t	L_t (mm)	W_t (g)	t	L_t (mm)	W_t (g)
1	63	4.5	4	208	159.0
2	130	39.2	5	231	218.0
3	176	96.0			

III. 成　　熟

本種は卵胎性であり，その産卵習性は特異なものである．生殖腺重量の月別変化から次のことが明らかになつた（第14図）．

i） 精巣重量は1月から10月まで0.2 g を超えないが，11月に急激に増大し平均精巣重量は 2.1 g に達し，12月に入ると急に減少する．

ii） 卵巣の平均重量は3月から9月まで数g を超えることがないが，10月に入ると増重し始め12月において急激に増大する．

以上のことから11月に交尾が行なわれ．12及び1月の2カ月間に卵の成熟，受精，卵発生，孵化及び胎仔放出が行なわれるものと推測される．

更に詳細な検討を行なうために，採取後直ちにホルマリンで固定保存された卵巣を用いて，卵径及び卵数を Hensen のプランクトン算定法によつて測定した．すなわち，卵巣を計量し，その一部を取つて計量した後，卵粒がよく分離するまでほぐし水を加えて 100 cc とする．その中よりステンペル・ピペットで1 cc 採取し，その中に含まれている卵の卵径及び卵数を計つた．各個体についての測定を行なう前に，卵巣内の部位で卵径組成に変化があるかどうかについて検討した．先づ左右の各卵巣を前部（A），中部（B），後部（C）に分け，その各部について卵径組成を比較した結果，有意の差は認められなかつた．従つて，測定は左右卵巣の一部分を用いて行なつた（第8表）．

Table 8. Comparison of egg-size composition at each portion.

Sample No.	Portion (left ovary)			Portion (right ovary)		
	A	B	C	A′	B′	C′
3	0.97±0.33	0.99±0.22	1.02±0.39	0.96±0.38	0.95±0.25	0.98±0.33
2	1.00±0.18	0.89±0.17	0.97±0.20	0.99±0.18	0.98±0.17	0.98±0.19
1	0.98±0.27	1.00±0.15	0.99±0.21	0.99±0.19	0.99±0.24	0.98±0.23
18	1.11±0.15	1.09±0.26	1.11±0.22	1.12±0.25	1.12±0.20	1.12±0.26
20 major axis	1.52±0.89	1.48±1.02	1.50±0.68	1.45±0.51	1.51±0.67	1.45±0.51
20 minor axis	1.09±0.36	1.18±0.45	1.21±0.39	1.18±0.33	1.22±0.37	1.17±0.45

Note: Sample No. refer to Table 9.

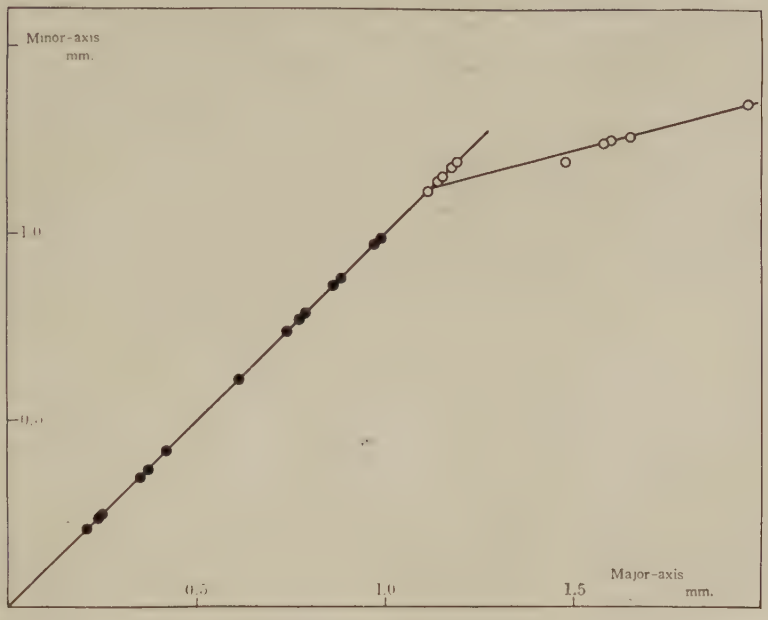


Fig. 17. Relationship of the major axis to the minor axis of ovarian eggs.
●: unfertilized egg　○: fertilized egg

周辺仁期の卵は10月に入ると観察されるようになり，11月中旬を過ぎると急激に発育して，卵径が 0.8 mm 内外に達すると受精が行なわれる（第17図）．球形であつた卵は，受精後次第に楕円形をなし，長径 2.0 mm，短径 1.4 mm に達すると膠化し直ちに体外へ放出される（第18図）．

卵径組成の変化を見るに，10月末になると卵径 0.2mm 以下の小型卵団より1個の峯が分離する．その峯は11より12月に亘つて卵径の大きい方へ移動するが，これに続く第2の峯は現われず1個の峯を認めるのみである．受精卵が認められるようになると，0.2 mm 以下の卵は非常に少なくなる．すなわち，単峯型の卵径組成を示す．従つて，1個体の胎仔の放出は1産卵期に1回行なわれるものと推定される．

前述した年令についての知見と併せて考察すると，本種は2才になると全ての個体が成熟し胎仔を放出する．また雌雄比は年令及び季節によつて大差はなく，平均値を求めると

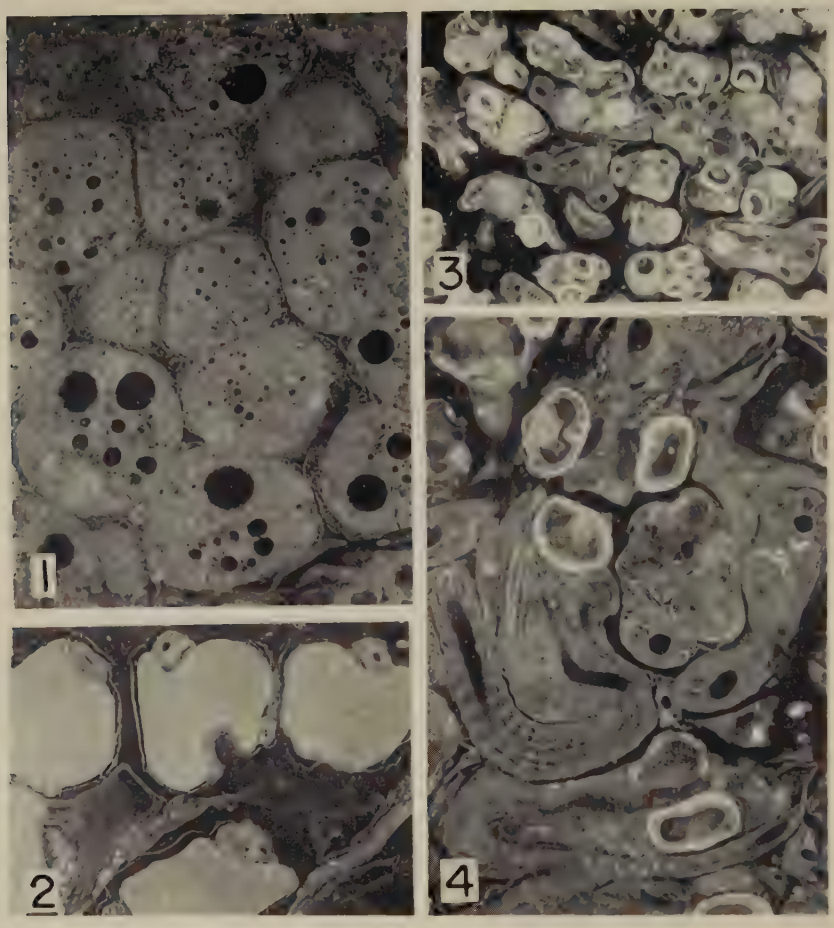


Fig. 18. Photographs of the intra-ovarian eggs.
1: Matured eggs in ovary. 2: Fertilized eggs in ovary.
3: Eggs of advanced embryonic stage. 4: Progenies in ovary.

Table 9. Data of fecundity.

No.	Date	Length	Gonad weight	Age	No. of eggs	Mean of egg diameter
1	Dec. 4, '56	158	0.2	II	3,740	0.21
2	Dec. 27, '56	166	7.0	II	9,750	0.99
3		167	10.5	II	8,834	0.98
4		172	8.0	II	12,555	0.98
5	Nov. 19, '56	199	7.2	III	57,168	0.62
6	Nov. 9, '56	206	4.0	III	39,284	0.42
7	Dec. 4, '56	198	12.0	III	25,650	0.88
8		204	1.0	III	18,060	0.37
9		206	15.4	III	33,000	0.77
10	Dec. 27, '56	190	20.0	III	33,000	1.15

11	Nov. 9, '56	213	2.4	IV	27,600	0.25
12	Dec. 4, '56	210	9.5	IV	31,150	0.74
13		212	13.7	IV	35,000	0.86
14	Dec. 27, '56	210	42.2	IV	24,000	1.65
15	Jan. 18, '57	216	15.4	IV	7,425	1.14
16		222	23.2	IV	15,200	1.11
17		210	36.0	IV	20,350	1.18
18		224	36.6	IV	19,555	1.48
19		222	10.1	IV	2,491	1.97
20	Nov. 9, '56	232	3.9	V	71,040	0.37
21		240	2.8	V	72,280	0.24
22	Dec. 4, '56	233	14.4	V	41,500	0.77
23	Dec. 27, '56	230	58.5	V	27,850	1.60
24		230	64.0	V	43,850	1.58
25		234	67.2	V	62,300	1.17

Table 10. Sex ratio.

Age	Female	Male	Ratio	Age	Female	Male	Ratio
1	103	108	0.49	4	38	24	0.61
2	116	94	0.55	5	19	11	0.60
3	82	64	0.56	6	7	1	0.87

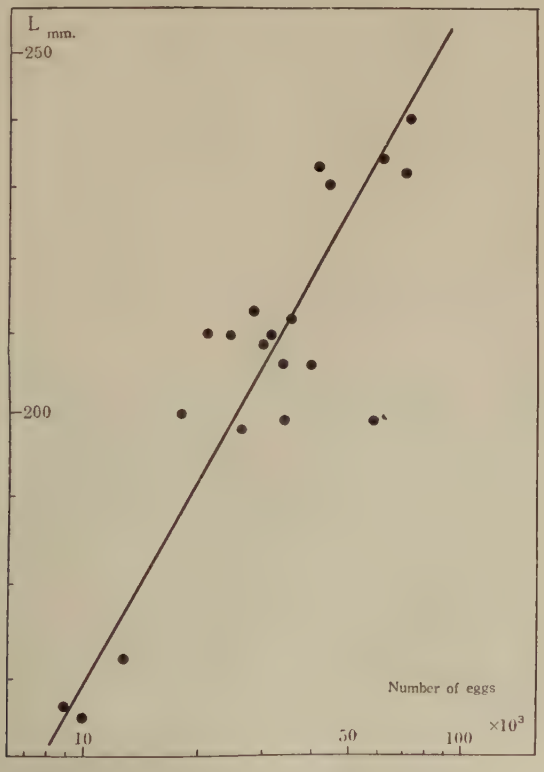


Fig. 1. Relationship of the number of ovarian eggs to the total length.

0.558となりほぼ雌雄同数である．また1個体の成熟した卵巣内卵数は年令とともに増加し，2才で約 9,000粒，3才で約 30,000粒，4才で約 35,000粒，5才で約 40,000粒内外である（第19図）．体長と卵数の関係を求めると

$$E = \frac{1}{8.37} \cdot L^{5.56} \quad \cdots\cdots(9)$$

なる式で示される．

要　　約

本報は九州沿岸にて漁獲される重要魚類の資源生物学的研究の一部として研究されたもので，その結果はつぎのようである．

1. 年令査定の形質としては鱗と耳石を用いた．
2. 鱗及び耳石標示の相似性の有無について検討し，鱗については採取部位別に形成率，再生鱗の出現率および鱗の大きさの点から最も安定した胸鰭付近の鱗を用いることにした．
3. 鱗径，耳石径と全長は直線関係で示され，各個体の標示をその直線式で得られた標準鱗径，耳石径で標準化した．
4. 標準標示径は，標示群別に求めた代表値より求められた．
5. 標準標示径を Walford の成長転換法で吟味し，その傾斜の月別変化を求めると，鱗標示は9月，耳石標示は4月に形成されることが明らかになつた．
6. 成長は Pütter-Bertalanffy の式，増重法則は Buch-Andresen-Fischer の式で表わした．
7. 本種は卵胎性で 11月に交尾が行なわれ，12月に受精し12月末から1月に亘つて胎仔が産出される．
8. 卵径組成は単峯型であり，胎仔は年1回，一斉に産出される．
9. 本種は2才に達すると成熟し，卵数は全長の増加に従つて増加する．

文　　献

水江一弘，1959．メバル精巣の季節的循環について．長崎大学水産学部研究報告，(8)：111–122.

Summary

This paper presents contributions to the biology of *Sebastes inermis* Cuvier et Valencinnes. For the age-determination can be used the scale and otolith, and the similarity of mark-size was proved. The relationships of total length (L) to scale-size (R) and also to otolith-size (R) were linear, and mark-sizes were standardized by L–R equations. The marks are formed periodically on the scale in September, while on the otolith in April. The growth was fitted by the Putter-Bertalanff's equation to length data, Buch-Andresen-Fischer's equation to weight data.

This ovoviviparous fish copulates in November, and the egg-fertilization and progeny-production occur from December to January. The fish produces the progenies at one time. The sexual maturation is first attained at 2-age and the main spawning group is the 3-age group. The number of progenies is proportional to 5.56 power of female total length.

Fisheries Laboratory, Faculty of
Agriculture, Kyushu University

九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 II

カサゴの年令，成長および成熟

三　尾　真　一

Studies on population biology of coastal fishes in Kyushu
II. Biology of *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier et Valencinnes)*

Shin-ichi Mio

この研究は，九州の沿岸性重要魚類についての資源生物学的研究の一部として行なつた．1955年8月から1957年2月に亘つて，390尾を福岡市近郊の津屋崎において採集した．大部分の資料は底刺網（三重網，津屋崎地方では角目網と呼ぶ）で採られ，一部は一本釣で漁獲された．

なお，年令査定及び成熟調査の方法については，前報（三尾，1961）において述べたので詳細な説明は省くことにする．

本研究を行なうに当り，始終懇切な御指導を頂き，又本論文の御校閲を頂いた相川教授並びに塚原助教授に厚く御礼申し上げる．

I. 年令査定

水洗された魚体から採取した鱗は，直ちにビーカーに入れ5％苛性カリ液に浸漬し，付着した汚物を除いた．約10時間後に苛性カリ液から取り出し，充分に水洗したのち2枚のスライドに挟み鱗の標本とした．

耳石は，採取直後に水洗いして血液その他の汚物を取り去り，98％アルコールで脱水後クレオソート・キシロールに約30秒浸し，スライド上にカナダバルサムで封じた．鱗を投影機で拡大し観察すると次のような構造が見られる．

i) 中心部では完全な円をなしていた隆起線は，鱗の周辺に行くに従つて露出部の方から切れ始める．その不完全さは鱗の成長に従つて著しくなり，遂には被覆部上辺にのみ隆起線が見られるようになる．この状態に達すると，次には再び完全な円を持つた隆起線が現われる．この構造が繰返して起こる．

ii) 被覆部上辺において隆起線は，おおむね等間隔に作られているが，所々に上下の間隔に比して著しく広い間隔をもつた2，3の隆起線が認められる（第1図）．

上記の2つの条件を満足する部分を標示と定めた．鱗の中心と被覆部の角を結んだ線を軸に取り，投影機で20倍に拡大し計測した．耳石も同様に投影機で拡大し，次の観察を

* Contributed this paper in an outline to Records of Oceanographic Works in Japan, Vol. 5, No. 2, March, 1960.

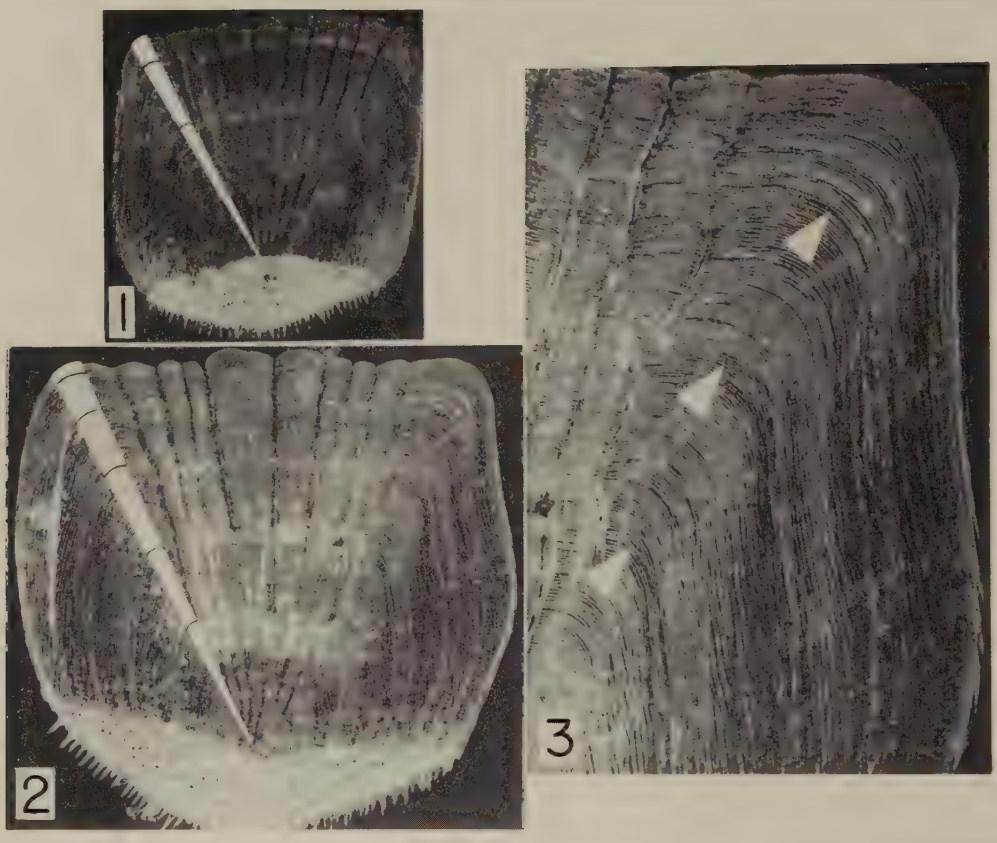


Fig. 1. Photographs of the scale.
1. Sep. 9, 1957. L=182mm. 2. May 27, 1957. L=220mm. 3. Picture of marks.

得た．その形は楕円で中心に濃い不透明な部分があり，その周りに耳石周辺に平行して透明帯と不透明帯が交互に取り巻いている．最も明瞭な不透明帯の外辺を標示と定めた．周辺の形状が，比較的直線的な腹側の短軸上で 20 倍に拡大し計測した（第2図）．

鱗の標示の相似性（Similarity）を検討するために，魚体表面を側線で上下に分け，その各を前，中，後の三部に分け，その各部位をA. B, C, D, E, Fとした（第3図）．その各部位から鱗を採取計測して，鱗径と標示径の関係を求めるに，標示径は鱗径に対応して相似性が認められ，部位による差はなかつた（第4図）．

耳石は，1個体に左右の1対しかないので，相似性の吟味のために同時期に採集されたほぼ一定体長の数個体から採取された左右の耳石を用いて検討した．すなわち，耳石径と標示径の関係では，各標示径が耳石径に対応して作られ，左右の耳石に差はなかつた（第5図）．

以上のように鱗は相似性を有し，耳石には対応性が認められるが，耳石の年令標示が，その形成率において優れているので年令査定には耳石を用いることにした（第1表）．

各個体より採取された耳石径(R)と全長(L)とは比例しており，次式によつて表わされ

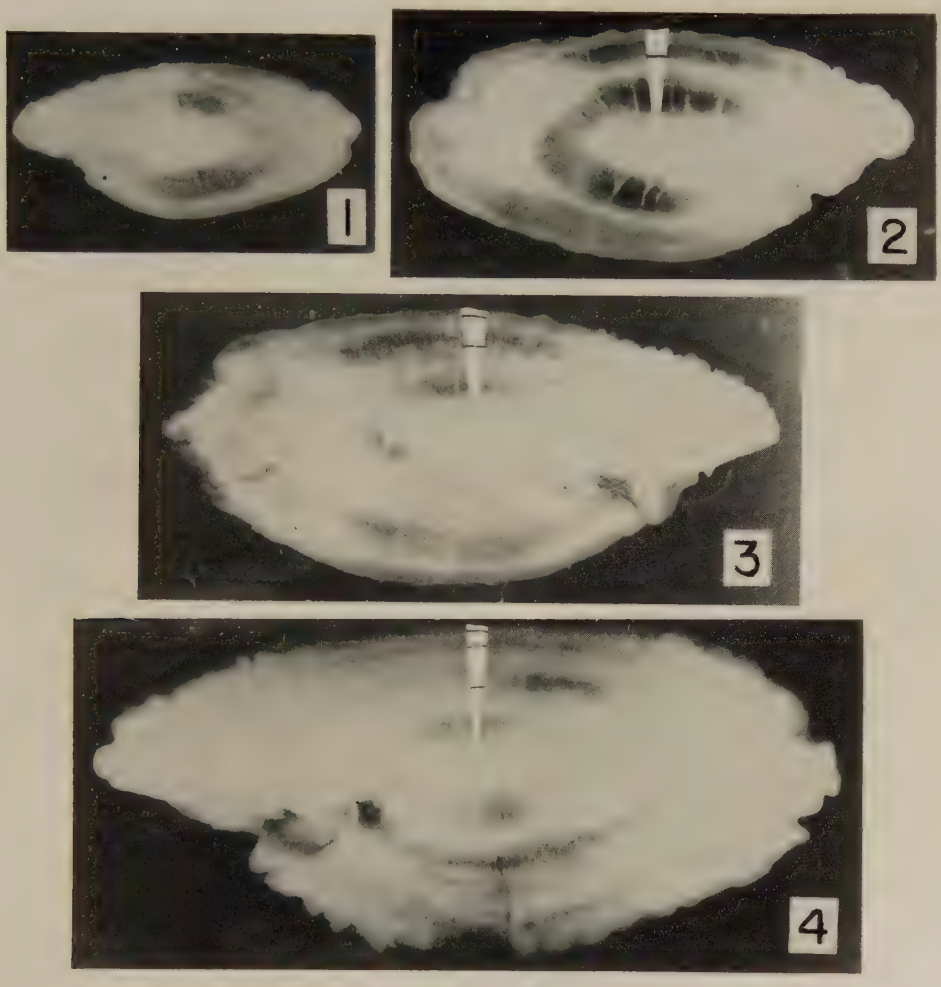


Fig. 2. Photographs of the otolith.
1. May 5, 1957. L=94 mm. 2. Feb. 26, 1957. L=144 mm.
3. Aug. 7, 1957. L=200 mm. 4. Jun. 11, 1957. L=218 mm.

る（第6図）.

$$\hat{L} = 121.3\hat{R} - 40.0 \quad \cdots\cdots(1)$$

上式で各個体の実測標示径を標準化し，耳石径の差に基づく分散を取り除いた．これ以後は，標示径として全てこの標準化された標示径を用いた．

次に同年級内に存在する体長の差による標示径の分散を除くことに注意して，標示径の対応性（correspondency）を求めた．先ず，2 cm 間隔に体長を区切り，各全長区間内の標示径の頻度分布を求めた．そのうち標示径の頻度分布の峯が同数である連続した全長区間を一括し，その各の全長区間の標示径の峯を代表標示径とした．各代表標示径から各標準標示径を求め，それより計算体長を算出した（第7図，第2表）．雌雄別に行なつたが，

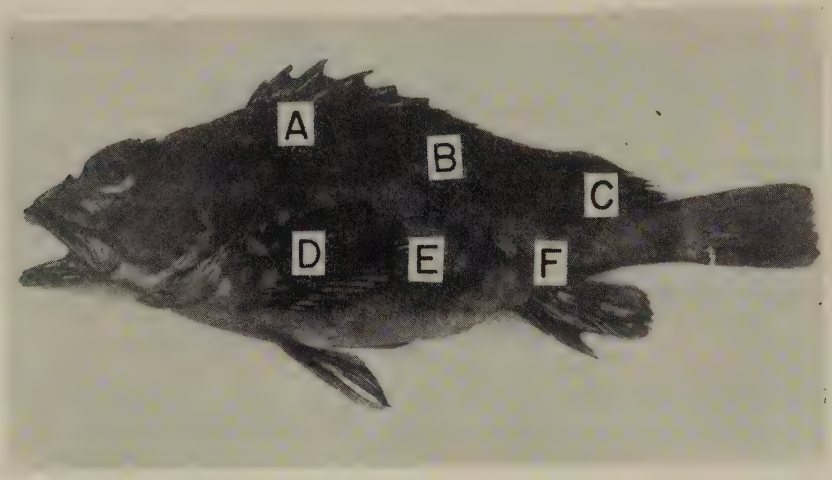


Fig. 3. Body portion sampling scales.

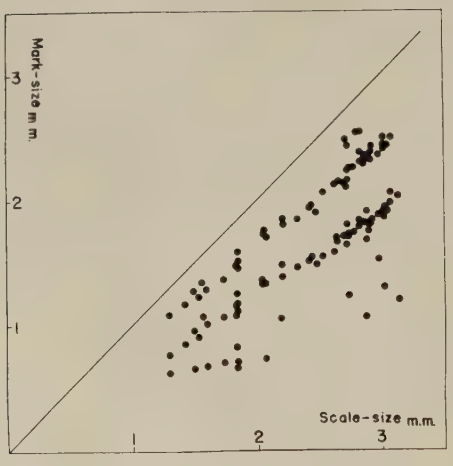


Fig. 4. Similarity of the mark-size on scales.

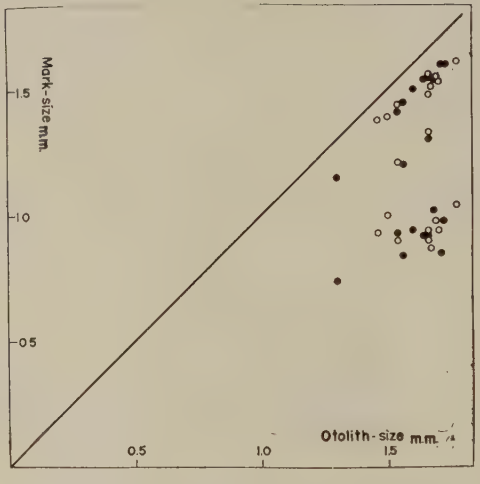


Fig. 5. Similarity of the mark-size on otolithes of nine specimens. (150–180 mm. in February) ○: left. ●: right.

Table 1. The probability of mark-formation.

	No. of specimens	Genuine marks		
		I	II	III
Scale	151	0.54	0.91	0.95
Otolith	18	1.00	1.00	—

有意の差が認められなかつたので以後雌雄を区別せずに取り扱つた.

次に標準標示径 (r_n) を Walford の成長軸換図によつて検討した. すなわち, 縦軸に r_{n+1}, 横軸に r_n を取り, 連続した2個の標示径によつて作られた点を結ぶと直線となる. その直線は次式で示される (第8図).

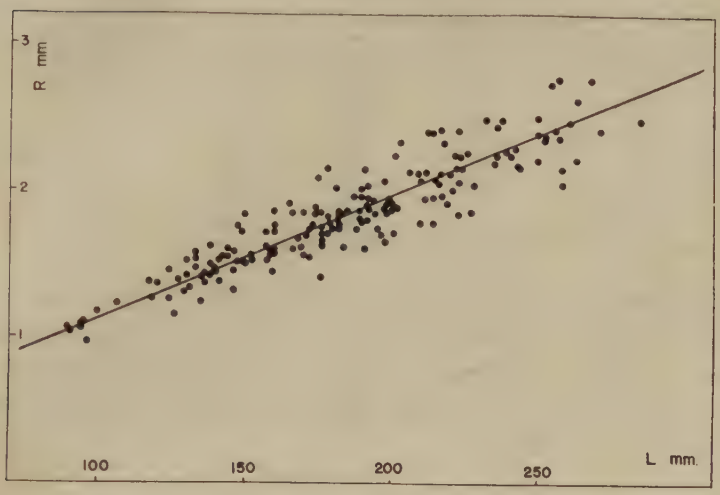


Fig. 6. Relationship of total length to otolith-size.

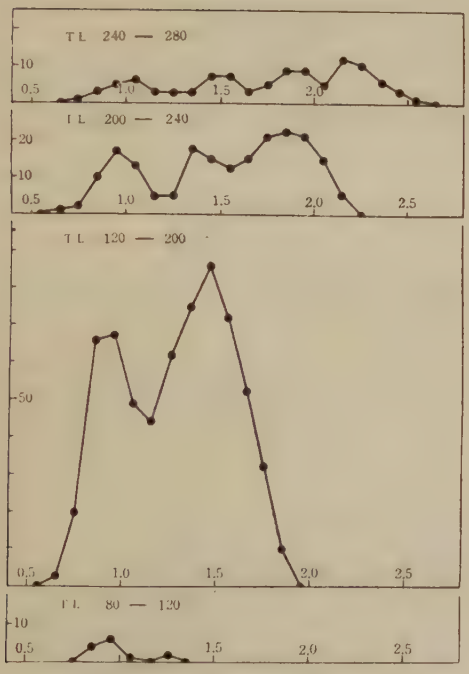


Fig. 7. Correspondency of the marks-size of otolith.

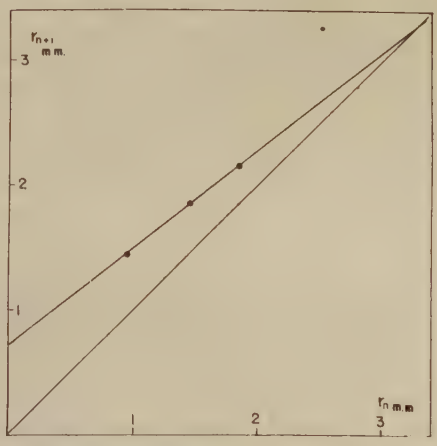


Fig. 8. Walford plot of the growth of otolith.

$$\hat{r}_{n+1} = 0.78r_n + 0.7 \quad \cdots\cdots(2)$$

従つて，この標示は周期的に作られていることが明らかである．

Table 2. Modes of standard mark-sizes in each mark group.

Mark-group	r_1 (mm)	r_2 (mm)	r_3 (mm)	r_4 (mm)
1	1.05			
2	0.85	1.50		
3	0.95	1.35	1.85	
4	0.95	1.45	1.80	2.15
Mode	0.95	1.45	1.85	2.15
l	78	138	186	222

標示の形成される時期を求めるために，上記の Walford の式における傾斜を用いた．すなわち，$X=R-r_n/r_n-r_{n-1}$ なる値を各個体について計算し，その平均月別変化を求めると，1月から4月には大きな値を示し5月になると急に小さな値を示す．従つて，5月に標示形成されるものと推定される．雌雄で有意の差は認められなかつたので纏めて取り扱つた（第9図）．

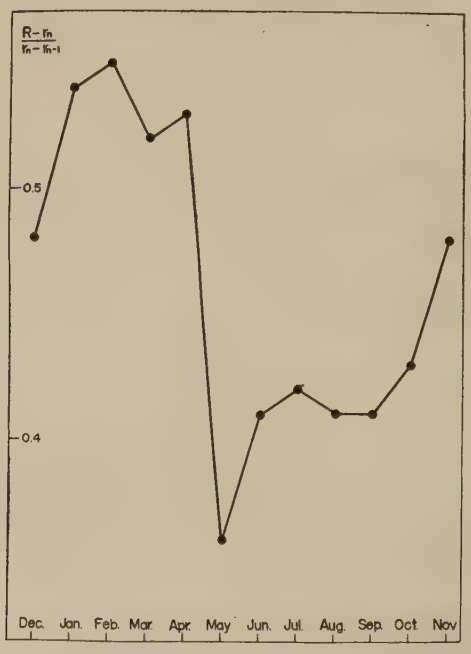


Fig. 9. Monthly changes of maginal growth rate.

II. 成　　長

生殖巣平均重量の月別変化を求めると，2月は他の月に較べて著しく大きな値を示すことから胎仔放出の盛期は2月であると推定される（第10図）．

小型魚の体長組成の月別変化を求めると，6月に 30 mm，8月に 52 mm に峯をもつた個体群が認められる．従つて，第1標示形成時全長（78 mm）にまで成長するには 1.25

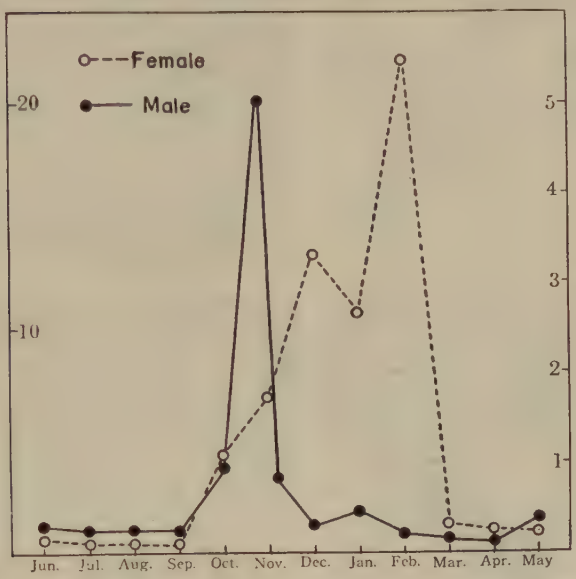


Fig. 10. Monthly changes of the average of gonad weight.

年を要することが分つた.

以上のことから，この成長を Pütter-Bertalanffy の式で示すと

$$L_t = 345\,(1 - e^{-0.256_t + 0.0768}) \quad \cdots\cdots(3)$$

となる．また全長の3乗と体重（W）との関係，肥満度を求めると（第11図），

$$W = 1.76 \cdot 10^{-2} \cdot L^3 \quad \cdots\cdots(4)$$

となる．従つて，本種の増重法則は次の BuchA-ndresen-Fischer の式で表わされる．

$$W_t = 722\,(1 - e^{-0.56_t + 0.0768})^3 \quad \cdots\cdots(5)$$

この式から最大増重率を示す時期を求めると，孵化後 4.50 年（L_T; 228 mm, W_T; 208 g）である．また採集された資料中では7個の標示を持つものが最大であつた（第3表）.

III. 成　　熟

カサゴは，卵胎性魚類で孵化仔魚は比較的小型である．生殖巣平均重量の月別変化を求めると，a) 精巣の平均重量は10月に急激に増加するが，12月には1g以下に減少する．b) 卵巣の平均重量は3月から9月の間は数gを超えないが，10月になると増加し始め，12月に急激に大きくなり，2月に最大値を示す（第10図）．このことから，10月に交尾が行なわれ，胎仔の産出は2月を盛期として行なわれることが分る.

卵母細胞は，10月になると発達し始め，発生の初期には卵は球型で，卵径が 0.7 mm 内外に達すると受精が行なわれ，胚体の形成が進むとともに楕円形となる．長径 1.8 mm，短径 1.2 mm 内外で孵化し，体外へ産み出される（第12図）.

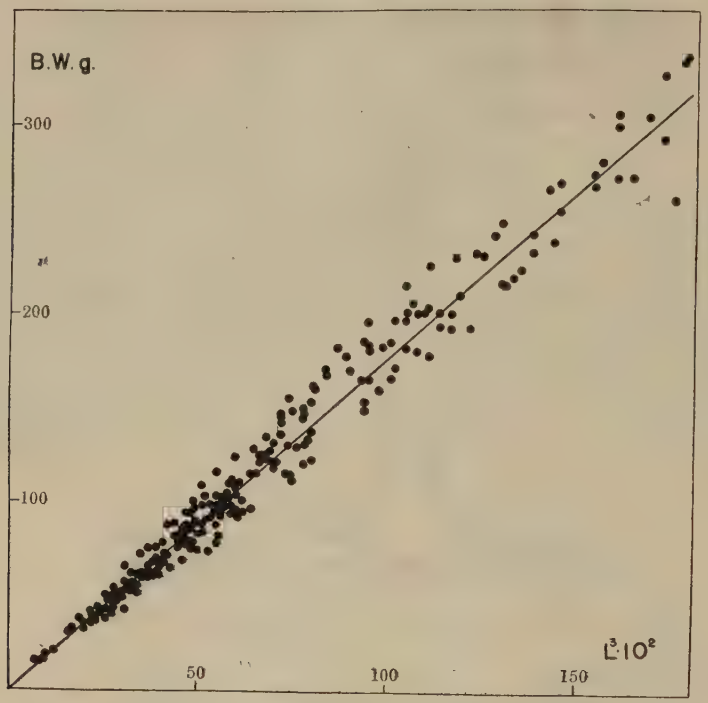


Fig. 11. Relationship of the body weight to the cube of total-length.

Table 3. Length and weight at t years after spawning time.

t	Lt (mm)	Wt (g)	t	Lt (mm)	Wt (g)
1	67	5.3	4	211	165.0
2	122	31.6	5	241	245.0
3	174	90.0			

卵巣は採集後直ちに 10% ホルマリン溶液で固定保存した. 卵径の測定及び卵数の算定には, Hensen の plankton 算定法を用いた. 先ず, 卵巣重量を測定し, その一部又は片方の卵巣全部を再び計量してとぎほぐし, 水を加えて 100 cc とする. その中からステンペル・ピペットで 0.5 cc を取つてその中に含まれている卵の数量及び卵径組成を測定した.

一般的な測定に入る前に, 先ず左右の卵巣の卵径組成に差があるかどうかを検討したが左右では差は認められなかつた. 次に左側卵巣のみについて, 部位によつて卵径組成が異なるかどうかを検討した. すなわち卵巣を前部(A), 中部(B), 後部(C) に分け, その各の卵径組成を調べた結果, 各々の間に有意差が認められたが, 各部位に一定した関係は見出されなかつた. 以上のことから左右いずれかの卵巣全部を使用して測定を行なつた (第4表).

先ず, 卵の発生段階から卵巣を3つの型に分けた. すなわち, 受精卵及び発眼卵の見られないものを Type A, 受精卵を含むがまだ発眼卵の見られないものを Type B, すで

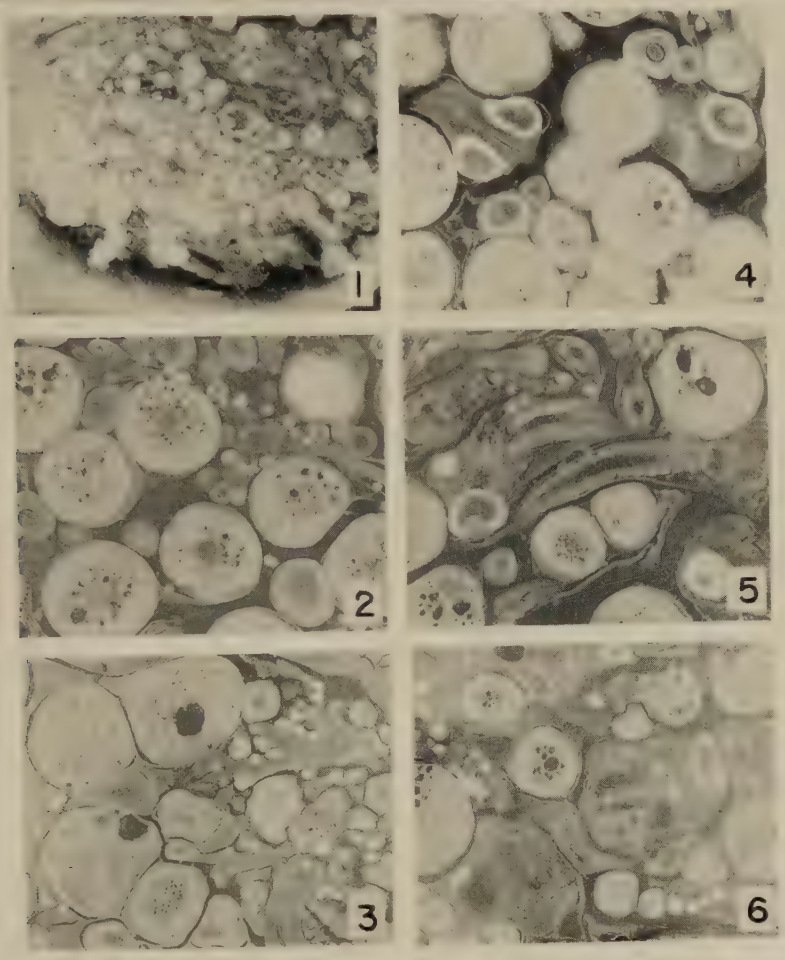


Fig. 12. Photographs of the intra-ovarian eggs.
1. Eggs of immatured ovary in type A. 2, 3. Eggs of matured ovary in type A.
4. Eggs of immatured, matured and advanced embryos in ovary of type B.
5. Eggs and progenies in ovary of type C. 6. Decaying progenies in ovary of type C.

Table 4, a. Comparison of egg-size composition at right and left ovary.

Sp. No.	Side		Egg-size (mm)			
			<0.2	0.2–0.3	0.3–0.4	0.4–0.5
8	Right	%		17.5	13.8	9.4
		(d.c.f.)		(13.4–22.0)	(9.9–17.8)	(7.9–12.1)
	Left	%		20.5	15.7	8.2
		(d.c.f.)		(17.9–24.2)	(12.0–20.0)	(5.8–11.7)
13	Right	%	15.7	18.1	6.4	1.7
		(d.c.f.)	(12.4–19.3)	(14.7–22.0)	(4.4– 9.0)	(0.5– 3.0)
	Left	%	19.8	13.6	6.5	1.1
		(d.c.f.)	(16.0–22.9)	(10.0–16.0)	(4.6– 8.8)	(0.1– 1.9)

Sp. No.	Side	Egg-size (mm) 0.5–0.6	0.6–0.7	0.7–0.8	Progenies
8	Right % (d c.f.)		23.7 (18.6–28.0)	35.6 (29.8–40.7)	
	Left % (d.c.f.)	0.2 (0–1.0)	20.9 (16.4–25.0)	34.5 (29.2–39.0)	
13	Right % (d.c.f.)	19.0 (15.6–23.0)	14.2 (11.2–17.9)		23.4 (19.1–27.2)
	Left % (d.c.f.)	20.5 (17.1–23.4)	12.2 (9.3–15.4)		26.2 (22.3–30.5)

Note: Sample No. refer to Table 5.

Table 4, b. Comparison of egg-size compositions between different portions of right ovary.

Sp. No.	Portion	Egg-size (mm) <0.2	0.2–0.3	0.3–0.4	0.4–0.5	0.5–0.6	0.6–0.7
19	a % (d.c.f.)	13.0 (12.2–13.4)	10.5 (10.0–11.0)	8.1 (7.4– 8.5)	5.0 (4.2– 5.4)	0.7 (0– 2.0)	
	b % (d.c.f.)	14.8 (14.0–15.2)	15.7 (15.0–16.0)	11.9 (11.1–12.2)	6.6 (6.0– 6.8)	1.9 (0.9– 2.0)	
	c % (d.c.f.)	23.7 (22.2–25.0)	22.0 (21.8–23.4)	11.7 (10.4–12.2)	5.0 (3.9– 5.8)	2.0 (1.4 –2.4)	
12	a % (d.c.f.)	21.8 (20.0–23.3)	10.9 (9.8–12.0)	10.9 (9.8–12.0)	13.0 (11.8–14.2)	15.6 (14.0–16.8)	0.6 (0–2.0)
	b % (d.c.f.)	20.2 (19.3–21.4)	12.1 (11.2–12.8)	12.1 (11.2–12.8)	12.3 (11.8–13.2)	13.2 (12.2–13.8)	
	c % (d.c.f.)	25.7 (24.1–27.1)	15.9 (14.6–17.6)	6.4 (5.3 –7.2)	10.3 (9.4–11.2)	14.9 (13.7–16.0)	1.2 (0.7– 2.0)

Sp. No.	Portion	Egg-size (mm) 0.7–0.8	0.8–0.9	0.9–1.0	1.0–1.1	Progenies
19	a % (d.c.f.)	31.3 (30.1–32.0)				
	b % (d.c.f.)	49.2 (48.4–50.1)				
	c % (d.c.f.)	35.7 (34.0–37.2)				
12	a % (d.c.f.)		0.6 (0– 2.0)	4.6 (3.3– 5.2)	6.7 (5.4– 7.4)	13.9 (12.8–14.5)
	b % (d.c.f.)			9.7 (8.6–10.2)	8.3 (7.6– 9.2)	16.2 (15.2–17.2)
	c % (d.c.f.)			2.5 (1.8– 2.8)	4.9 (3.2– 5.2)	18.1 (17.0–19.8)

に発眼卵を含んだものを Type C とした. 以上の各 Type の卵径組成を計測すると次の如き形を示す.

i) Type A の卵巣は始め1個の峯を持つているが，成熟するに従つて2個の峯を持つようになる．

ii) Type A の卵巣において大きな卵径を持つた卵団がさらに発達し，残りの卵団と分離すると残つた卵団（卵径 0.6 mm 以下）は再び2個の峯に分離し始める．この段階が Type B に当る．

iii) 分離卵団が発達して孵化直前になると，残りの卵団はすでに Type A の後期の卵巣と同じ状態にある．従つて，胎仔を放出した卵巣，すなわち Type C の卵巣は再び Type A に戻る（第13図）．

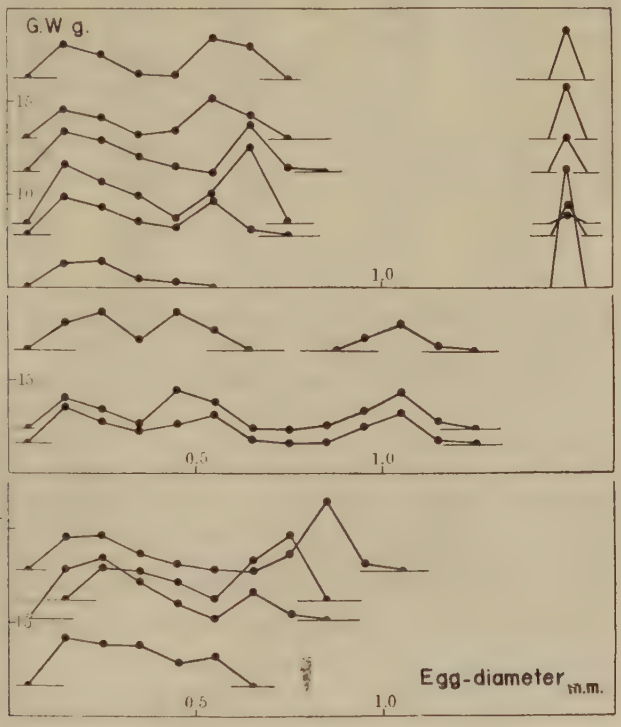


Fig. 13. Relationship of egg-size to gonad weight in each age group.

以上の事実と，Type A 及び Type B の卵巣において，吸収過程にある胎仔が僅かに観察されることから，本種の卵巣は産卵期間に Type A, B 及び C の過程を繰返して，2回以上の胎仔放出を行なうものと思われる．しかし，Type A の後期の卵巣が最初に現われる時期（11月初旬）から Type C の卵巣が最初に見られるまで（12月初旬）の期間と産卵期間（3カ月間）とを考え合わせると，大体3回胎仔の放出が行なわれるものと推定される．成熟卵は2才でほとんど 100% 観察されるが，2才魚の卵巣は Type C になつて胎仔を放出しても，残つた卵団は1個の峯を示すだけで3才魚以上の場合と異なる．また2才魚においては吸収過程にある胎仔を含んだ卵巣が観察されないことから，産卵は1回のみ行なわれるものと推定される．

Table 5. Data of fecundity.

No.	Date	Length	Gonad weight	Type	Age	No. of eggs	Egg diameter I	Egg diameter II	Larvae (%)
1	Dec. 27, '56	154	1.6	A	II	22,375	0.2	0.5	—
2	Feb. 18, '57	149	7.7	A	II	35,150	0.2	0.5	—
3		162	8.3	C	II	22,150	0.5	—	15.9
4	Feb. 26, '57	144	4.9	C	II	16,300	0.2	—	63.6
5		155	8.5	A	II	38,345	0.5	0.8	—
6	Dec. 4, '56	180	10.3	B	III	54,020	0.4	1.0	—
7		187	9.7	B	III	57,800	0.5	1.0	—
8		190	6.2	A	III	57,100	0.2	0.7	—
9	Dec. 27, '56	172	6.7	B	III	21,557	0.5	1.1	—
10		189	16.2	C	III	57,010	0.2	0.5	26.4
11		191	9.1	A	III	60,400	0.2	0.7	—
12		193	7.8	C	III	33,692	0.2	0.5	18.2
13	Feb. 26, '57	179	12.8	C	III	42,560	0.2	0.5	24.8
14	Feb. 25, '58	168	7.7	A	III	18,750	0.2	0.8	—
15	Dec. 4, '56	201	13.6	A	IV	69,800	0.2	0.7	—
16	Dec. 27, '56	203	11.2	C	IV	22,515	0.2	0.6	18.8
17		211	14.6	B	IV	70,665	0.2	1.0	—
18		214	12.9	C	IV	45,940	0.2	0.5	30.6
19		217	8.4	C	IV	57,440	0.2	0.4	8.3
20		218	10.5	A	IV	29,978	0.2	0.7	—
21		234	5.2	A	V	38,000	0.2	0.6	—

Table 6. Sex ratio by age-group and season.

Season age	I	II	III	IV	V	Mean
Dec. –Feb.	0.75	0.55	0.44	0.22	0.66	0.49
Mar.–May	0.18	0.32	0.62	0.41	0.10	0.39
Jun. –Aug.	0.50	0.39	0.48	0.13	—	0.37
Sep. –Nov.	0.67	0.33	0.41	0.33	0.66	0.41
Mean	0.48	0.43	0.50	0.30	0.20	0.43

3個の峯を示す卵巣について，各峯の卵数を比較するに，大きな卵径を持つた2個の卵団の卵数はほとんど同数であるが，最小の峯に属するものはやや多い．従つて，各回の産卵はほぼ同数で，1回に2才魚で 5,000 尾，3才魚以上で 13,000～15,000 尾が放出されると推測される．

要　　約

本報は九州の沿岸性重要魚類の資源学的研究の一部として研究された．その結果は次のようである．

1. 年令査定の形質としては，標示形式率の高い耳石を用いた．また耳石標示の相似性について検討し，非常に高い相似性を有することが分つた．

2. 全長と耳石径は直線関係を示した．

3. 対応性について検討し標準標示径を求めた．得られた標準標示径を Walford の成長転換法で吟味し，その傾斜の月別変化を求めると耳石標示は 4 月に形成されることが明らかになつた．

4. 成長法則は Pütter-Bertaranffy の式，増重法則は Buch-Andresen-Fischer の式で示した．

5. 本種は卵胎性魚類で 10月に交尾し，11月に受精，12月から 2 月に亘つて胎仔を産出する．

6. 卵径組成は，多峯型で，2 才で 1 回，3 才以上で 3 回胎仔を産出すると推定される．

7. 本種は 2 才で成熟し，1 回に 2 才では 5,000 尾，3 才以上では 13,000～15,000 尾を産み出す．

文　　献

三尾真一，1961. 九大農学芸誌，**18**(4)：421-438.
水江一弘，1957. 長崎大学水産学部研究報告，(5)：27-29.
水江一弘，1958. 長崎大学水産学部研究報告，(6)：27-38.
水江一弘，1958. 長崎大学水産学部研究報告，(7)：1-9.
水江一弘，1959. 長崎大学水産学部研究報告，(8)：80-83，84-110.

Summary

This paper presents contributions to the biology of *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier et Valencinnes). The scale and otolith show similarity in mark-size, but otolith-marks are better for age-determination than scale-marks. The relationship of total length (L) to otolith-size (R) is isometric and each mark-size is standardized by L–R equation. The marks are formed in May every year The growth of this species is fitted the Putter-Bertalanffy's equation to length data, the Buch-Andresen-Fischer's equation to weight data.

This ovoviviparous fish copulates in October and the egg-fertilization and progeny-production occur from December to February. This fish produces the progenies at several times throughout the spawning season. The number of progenies increases with age, ranging from 10,000 to 20,000 at one time.

Fisheries Laboratory, Faculty of
Agriculture, Kyushu University

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

STUDIES ON THE PELAGIC FISH EGGS AND HATCHED LARVAE FOUND IN THE ADJACENT WATERS OF JAPAN

By

Satoshi Mito

(Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

Many marine fishes beget pelagic eggs and are rather easily caught by a tow net, but many of them still remain unidentifiable.

The author has been engaged in the classification of these eggs and hatched larvae in order to make the keys of them.

To classify the pelagic eggs and hatched larvae, the author used following characteristics.

Egg Size and Shape

Most of the pelagic eggs are spherical in shape, but some of them are ellipsoidal or in other shapes (Pl. 2, No. 1). The diameter of the pelagic eggs ranges from 0.5 to 4.8 mm, mostly 0.8 to 1.5 mm.

Egg Membrane

Usually colorless, thin, transparent and without any conspicuous structure, but some species belonging to the suborders Clupeina, Stomiatina, Myctophina, Exocoetina, Uranoscopina, Pleuronectina and Soleina have hexagonal mesh structure (Pl. 1, No. 14), gelatinous coats or some appendages (Pl. 2, No. 5) on their egg membrane. The egg membrane of clupeid and apodal fishes sometimes glisten, and in box fishes it is something thick and semitransparent.

Perivitelline Space

Usually narrow, but in some species belonging to Clupeina, Stomiatina and Pleuronectina are considerably wide, in Anguillina usually wide (Pl. 1, No. 9, Pl. 2, No. 14).

Yolk

Mostly colorless and homogeneous, but many species have segmented yolk, especially in Clupeina, Anguillina, Carangina etc. (Pl. 1, Nos. 7 and 9, Pl. 2, Nos. 1 and 14).

Oil Globule

The pelagic eggs can be divided into three groups according to the absence (Pl. 1, No. 2: Pl. 2, Nos. 1, 13 and 14) or presence of a single oil globule (Pl. 1, Nos. 5, 7 and 9, Pl. 2, Nos. 3, 7 and 8) or oil globules (Pl. 1, Nos. 11 and 14). In some cases a single oil globule separates into 2 to 5 globules, or several oil globules unites into one during the course of the egg development (Pl. 2, No. 5). Size, coloration and position in the yolk and the number of oil globules vary according to the species or in the course of the egg development.

Pigmentation

Sorts and distribution of pigments, time and location of their occurrence and their changes during the egg development are characteristic of systematic groups.

Some egg show special shape in hatching pore.

Two types of the shape of the yolk in hatched larvae are observed: semiglobular (Pl. 1, Nos. 3, 6, 8, 10 and 15, Pl. 2, No. 4) and elongated (Pl. 2, Nos. 2, 6 and 10).

The Position of the Oil Globule in the newly Hatched Larvae

The newly hatched larvae with a single oil globule in the yolk can be divided into three groups: (1) The oil globule situated at the anterior part of the yolk (Pl. 1, No. 8: Pl. 2, No. 10), (2) at the lower part of the yolk (Pl. 1, No. 10) and (3) at the posterior part of the yolk (Pl. 1, No. 6: Pl. 2, No. 4). In these with many oil globules, they are usually scattered all over the yolk surface.

The position of the anus and its shift during larval development vary in the systematic groups.

The number of myotomes of hatched larvae is one or two more than the vertebral number of the species.

Some hatched larvae have special structures in the marginal fin (Pl. 1, Nos. 3 and 6: Pl. 2, Nos. 11 and 12) and some have ventral fins or dorsal fin rays when newly hatched (Pl. 1, Nos. 12 and 13; Pl. 2, No. 13).

The keys to 246 species of the pelagic fish eggs found in the adjacent waters of Japan are summarized as follows:

a[1] The spawned eggs are either imbedded in the gelatinous substance or they are agglutinated to each other forming an egg mass .....

..... Agglutinated pelagic eggs.

a^2 The spawned eggs are isolated, not forming any mass .....

..... Isolated pelagic eggs.

Agglutinated pelagic eggs (Pl. 1, Nos. 1–8)

a^1 The eggs are spawned in a gelatinous ribbon ..... 4 spp.

a^2 The eggs are spawned in a gelatinous balloon ..... 4 spp.

a^3 The eggs are agglutinated to each other, not imbedded in a gelatinous substance ..... 2 spp.

Isolated pelagic eggs (Pl. 1, Nos. 9–15, Pl. 2, Nos. 1–15)

a^1 The eggs with a single oil globule (rarely separated into 2–5) ..... (I).

a^2 The eggs without oil globule ..... (II).

a^3 The eggs with many oil globules (rarely united into one during the course of the egg development) ..... (III).

(I), (II) and (III) can be divided respectively into following four groups.

a^1 Egg membrane with markings, coating or appendages ..... A.

a^2 Egg membrane without above mentioned structures.

b^1 Perivitelline space narrow.

c^1 Yolk segmented ..... B.

c^2 Yolk not segmented ..... C.

b^2 Perivitelline space wide ..... D.

Number of species belonging to each groups of A-D are as follows:

I. A: 7 spp., I. B: 32 spp., I. C: 105 spp., I. D: 6 spp., II. A: 11 spp., II. B: 5 spp., II. C: 22 spp., II. D: 10 spp., III. A: 4 spp., III. B: 7 spp., III. C: 17 spp., III. D: 10 spp.

The detailed keys and the concerning literature will be given later.

Plate 1

Antennarius sp.

1 Freshly spawned egg veil, 70×70 mm
2 Imbedded eggs in hexagonal or pentagonal compartments, 0.7–0.8×0.6–0.7 mm in diameter
3 Larva newly hatched, 1.32 mm in total length

Pterois lunulata TEMMINCK et SCHLEGEL

4 Egg balloon, ca. 200×150 mm
5 Shortly before hatching, 0.82 mm in diameter, oil globule 0.17 mm
6 Larva newly hatched, 1.58 mm in total length

Unknown species

7 Floating egg mass, egg diameter 1.27–1.31×1.20–1.21 mm, oil globule 0.29 mm
8 Larva newly hatched, 3.02 mm in total length

Konosirus punctatus (TEMMINCK et SCHLEGEL)

9 6–7 hours before hatching, 1.54 mm in diameter, oil globule 0.12 mm
10 Larva newly hatched, 3.76 mm in total length

Trachinicae *gen* sp.

11 15 hours before hatching, 1.26 mm in diameter, oil globules 0.04–0.14 mm
12 Larva 1 day old, 3.88 mm in total length
13 Ditto, dorsal view, shows the ventral fins

Aesopia cornuta KAUP?

14 12 hours before hatching, 1.60 mm in diameter, oil globules 0.03–0.06 mm, hexagonal meshes of the egg membrane 0.18–0.24 mm
15 Larva newly hatched, 4.32 mm in total length

Plate 2

Engraulis japonica (HOUTTUYN)

1 Just before hatching, 1.4×0.7 mm in diameter
2 Larva newly hatched, 3.02 mm in total length

Mylio macrocephalus (BASILEWSKY)

3 20-myotome stage, 0.9 mm in diameter, oil globule 0.2 mm
4 Larva newly hatched, 1.9 mm in total length

Myctophina *gen* sp.

5 Embryo formation, 1.37 mm in diamter, oil globules 0.03–0.15 mm, appendages of the egg membrane 0.06×0.15 mm
6 Larva newly hatched, 4.98 mm in total length

Stethojulis kalosoma (BLEEKER)

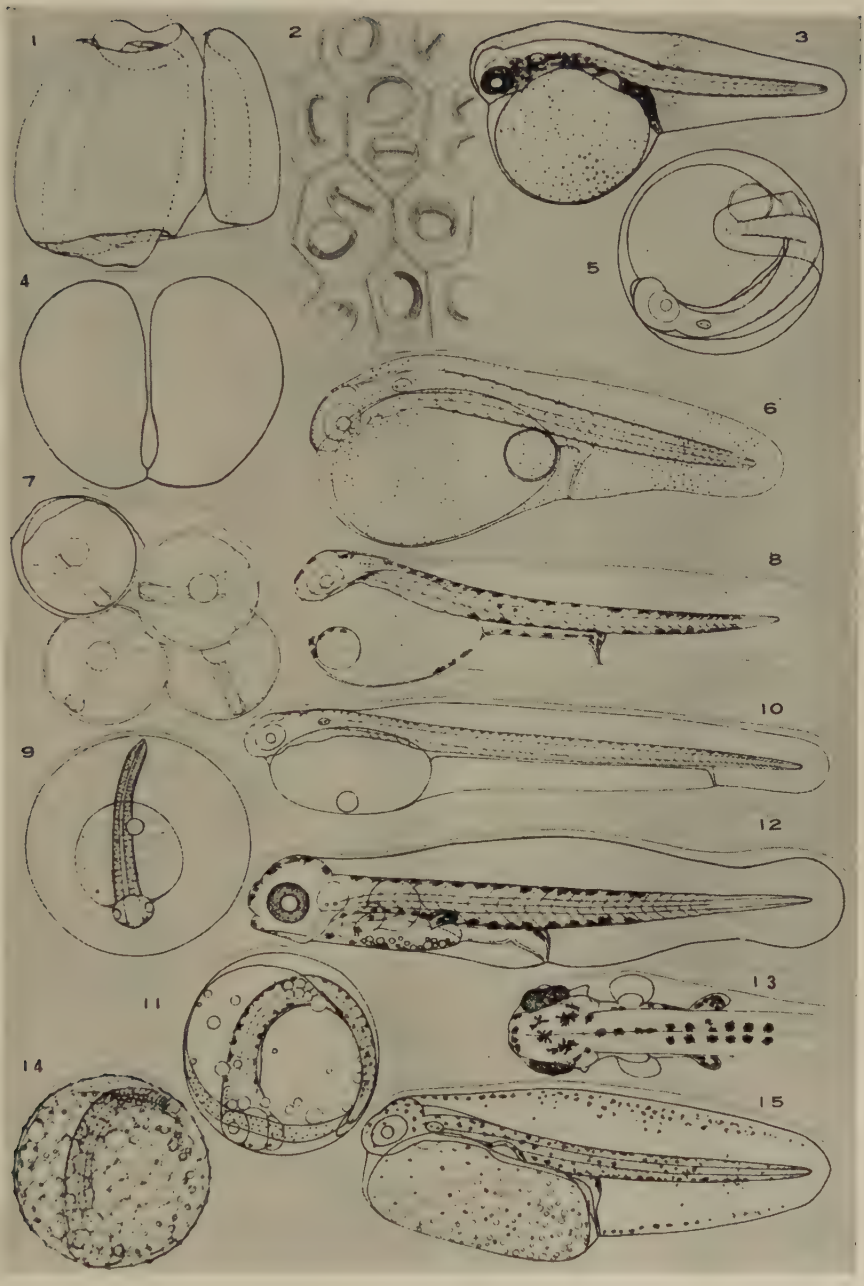
7 Embryo formation, 0.64 mm in diameter, oil globule 0.12 mm
8 Just before hatching
9 Empty egg capsule
10 Larva newly hatched, 1.53 mm in total length
11 Larva 1 day old, 2.00 mm in total length
12 Larva 3 days old, 2.02 mm in total length

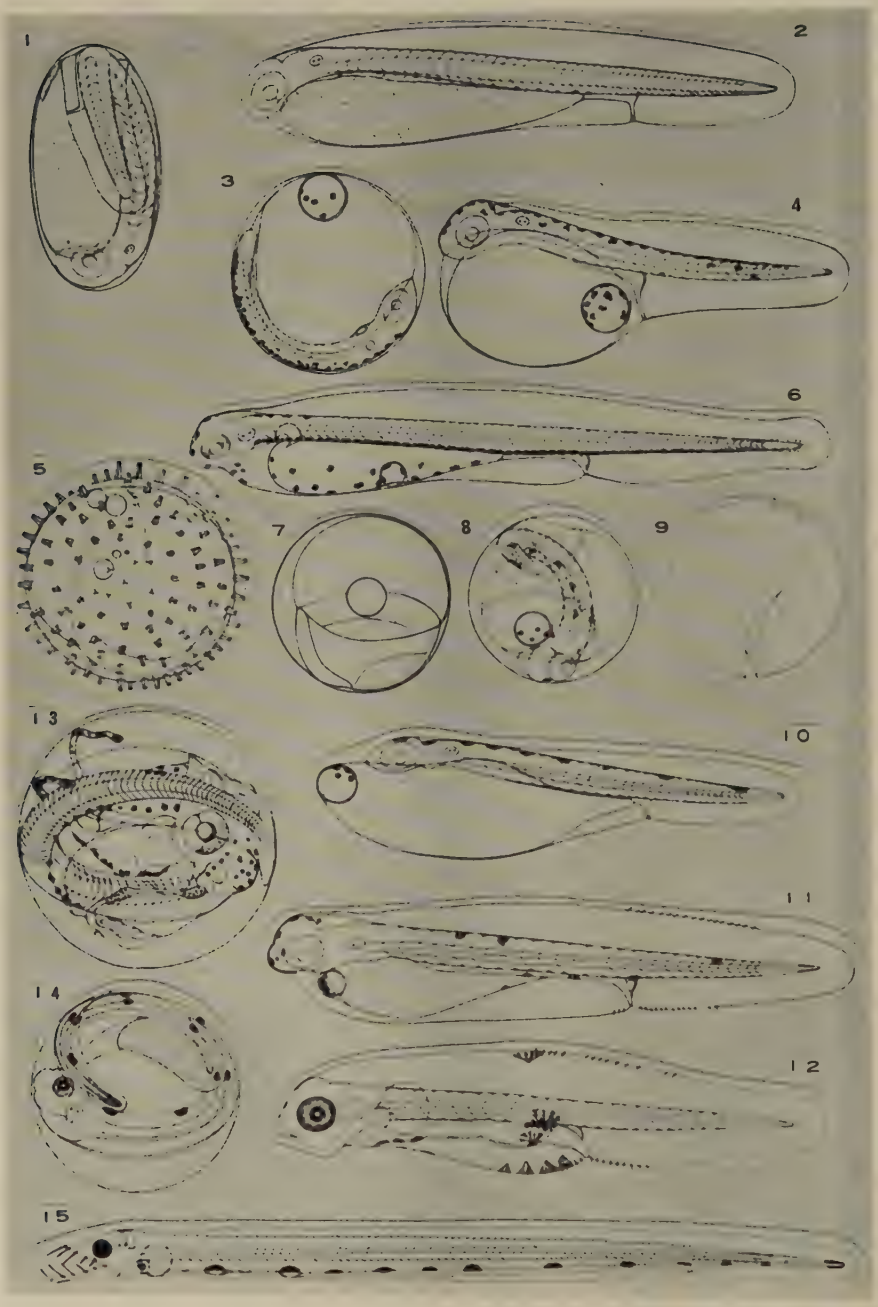
Trachipterus sp.

13 1–1.5 days before hatching, 1.78 mm in diameter

Ophichthidae *gen* sp.

14 5–11 hours before hatching, 2.90 mm in diameter
15 Larva 4 days old, 13.2 mm in total length


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

日本近海に出現する浮游性魚卵-I

ニシン亜目，サバヒー亜目，ワニトカゲギス亜目，ハダカイワシ目，ウナギ目，ダツ目およびヨウジウオ目

水戸敏

Pelagic fish eggs from Japanese waters-I.

Clupeina, Chanina, Stomiatina, Myctophida, Anguillida, Belonida and Syngnathida

Satoshi Mito

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第3号，別刷，昭和36年3月10日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol 18, no. 3, MARCH 10, 1961

日本近海に出現する浮游性魚卵–I[1,2]

ニシン亜目，サバヒー亜目，ワニトカゲギス亜目，ハダカイワシ目，ウナギ目，ダツ目およびヨウジウオ目

水　戸　　敏

Pelagic fish eggs from Japanese waters–I.

Clupeina, Chanina, Stomiatina, Myctophida, Anguillida, Belonida and Syngnathida

Satoshi Mito

筆者はさきに（水戸，1960）日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索について報告した．検索において卵の性質以外に卵内発生の過程や孵化仔魚の形態について述べたのは，これらの点を無視しては浮游性魚卵の種の同定が出来ないものが多いからである．しかし検索における記載は極めて簡単に行なつたので理解し難い点も多かろうと思われる．それを補う意味で以下に所属の判明した種について記載と図とを掲げる．また検索における種の配列は一応分類学的位置とは無関係である．ここでは科または目ごとに綜合的な特徴を示し，併せてあるまとまつた分類群に含まれる種の卵，卵内発生および孵化仔魚の類似性を検討してみた．

記述した種のうちにはすでに報告されているものも多いが，他の種類との比較のため収録した．それらの種類のうち図の掲げられていないものは筆者が採集し得なかつたものである．熟卵のみが判明している種類も将来の研究のために卵の性質について述べた．

記載はなるべく簡単に行ない，検索と重複することを避けたが，重要な特徴については再度記述した．卵から孵出した仔魚は時間の経過に伴い体の各部の長さ，油球の位置，卵黄の大きさ，色素胞の状態等がかなり変化することがある．したがつて，孵出の時期を確認し，その直後に観察された仔魚は孵化直後の仔魚 just hatched larva と呼び，孵出の時期は確認出来なかつたが，種々の事情から考えて，孵化後数時間以内の発育期にあると考えられた仔魚を孵化後間もない仔魚 newly hatched larva と呼んで両者を区別した．

ニシン亜目　Clupeina

この亜目の魚卵については多くの報告がある．一部の沈性粘着卵を産むもの（キビナゴ *Spratelloides japonicus*, ニシン *Clupea pallasi*）を除いて，大部分のものが分離浮性卵を産む．楕円形卵を産むカタクチイワシ科の Stolephorinae を除けば，卵の形は球形．卵膜は多くの種類では平滑，まれに特殊な構造を持つものがある（Delsman, 1922, '30, '31).

1) 九州大学農学部水産学教室業績．
2) 本研究の一部は農林漁業試験研究費補助金（内田恵太郎）によつた．

卵膜は紫虹色の光沢を帯びているものが多い．卵膜腔は著しく広いものと狭いものとがある．卵黄は知られている限りのものでは亀裂または泡沫構造がある．油球は1個，0個または多数．卵内発生中および孵化仔魚には黒以外の色素胞は現われない（眼の虹彩を除く）．孵化仔魚の肛門の位置は体の著しく後方にある．我国およびその近海から知られている浮性卵は13種．

コノシロ *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel)
(Pl. 20, figs. 1–3)

神谷（1916），桑谷・他（1956，'58），内田（1958）が卵内発生および孵化仔魚を詳しく報告し，中井（1948）はマイワシとコノシロの浮性卵の差異について報告している．

卵径1.28～1.60 mm，卵膜腔は広い．卵黄径 0.8～1.14 mm，油球径0.07～0.17 mm（0.10 mm 前後のものが多い）．卵黄の亀裂はマイワシより大．胚体原基出現後間もなく体の背面に点状黒色素胞が多数出現する．水温14～15.8°C では64時間，17～20°C では42時間で孵化する．孵出孔は裂孔状または類円孔．

孵化直後の仔魚は全長3.06～3.76 mm．卵黄後端は第9～10筋肉節下．油球は卵黄の中央またはその少し後方下面に位置する．点状黒色素胞が頭部から尾端近くまでの体の背面に分布する．筋肉節数は 39～41＋12～14＝53.

卵黄を吸収し尽した仔魚は全長 5.0～6.1 mm．尾部中央背腹面に対在した黒色素胞のあるのが本種の特徴．

産卵期は3月中旬～6月下旬．

ナンヨウコノシロ *Anodontostoma chacunda* (Buchanan-Hamilton)

Delsman (1926) が *Dorosoma chacunda* として報告している．卵径 0.77～0.82 mm．卵膜腔はやや広く，卵黄径0.65～0.69 mm．3～20個の小油球がある．卵内発生中に体の背面に黒色素胞が現われる．孵化仔魚の筋肉節数は 33～34＋7～8.

ウルメイワシ *Etrumeus micropus* (Temminck et Schlegel)
(Pl. 20, figs. 4–8)

神谷（1916，'25），吉田（1932）および内田（1958）の詳しい報告がある．

卵径1.23～1.44 mm．油球はない．卵膜腔は広い場合と狭い場合とがあるらしい．黒色素胞は星状，レンズ形成後に胚体背面に出現する．孵出孔は蝶番蓋型．

孵化直後の仔魚は全長 3.8～4.84 mm．筋肉節数は 42～44＋11～12＝54～55．孵化直後の仔魚の腹部後方腹面に黒色素胞の集りが見られる．孵化後時間の経過とともに背面の黒色素胞が腹面へ移動するのは他のイワシ類と同様であるが，前腹膜鰭内にも黒色素胞が現われるのは本種の特徴．卵黄吸収時の全長は 6～6.2 mm．我国沿岸の産卵期は 12～7月の長期に亘る．

マイワシ *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel)
(Pl. 21, figs. 1–8)

すでに西川（1903），神谷（1916），小林（1944），中井（1948）および内田（1958）の報告がある．

卵径 1.16～1.75 mm，卵膜腔は広く，卵黄径 0.7～1.04 mm．油球は1個（稀に2～3個に分離），径 0.13～0.2 mm．卵黄の亀裂はコノシロより小さく，径 0.1～0.13 mm．

卵内発生および孵化仔魚はコノシロは酷似するが，おもな区別点はすでに検索において述べた．

水温 10，15，20°C での孵化所要時間はそれぞれ約 148，78，40 時間である．孵化直後の仔魚は全長 3.15～3.81 mm．卵黄後端は第 10～11 筋肉節下にあり，油球は卵黄の後下方に位置する．筋肉節数は 41～42＋13＝54～55．体の背面の黒色素胞は星状．卵黄吸収時の全長は 5.0～5.8 mm．体の背面にあつた黒色素胞は全部腹面および消化管下面へ移る．

産卵期は九州近海で1～4月，太平洋岸および日本海では3～6月．

ヒラ *Ilisha elongata* (Bennett)

Delsman（1930），矢部（1938）および内田（1958）の報告がある．これら諸氏によれば，産卵は6～7月に大河の下流河口付近で行なわれる．卵は比重 16.20 の河水中で容易に浮く．卵径 2.22～2.48 mm，卵膜腔は広い．卵黄に泡沫状構造がある．油球は1個，径 0.38～0.42 mm．Delsman によれば，卵膜表面にゼラチン質の卵被があり，それを含めた卵径が 1.77～1.89 mm と云う．

卵内発生中に頭部背面，耳嚢直後背面および油球背面と肛門部の背方腹側に著しい黒色素胞群が現われる．23～26°C の水温では約 30 時間で孵化する．

孵化直後の仔魚は全長 5.1 mm．卵黄はナス状，油球は卵黄の尖つた後端，体の中央部下に位置する．筋肉節数は約 40＋17．

卵黄吸収時の全長（固定後）6.8 mm，黒色素胞は胸鰭基底直下に，腹中線をはさんで1対，第12筋肉節下の辺に数個，腸管末端部の近くに1叢および尾下骨原基辺に1群がある．

カタクチイワシ *Engraulis japonica* (Houttuyn)

(Pl. 22, figs. 1–9)

西川（1901），神谷（1916），浅見（1953）および内田（1958）の報告があり，卵内発生および孵化仔魚の性質については良く知られている．

卵は楕円形，卵径の変異は大きく，かつ出現時期によつても異なり，長径 1.1～1.6mm，短径 0.5～0.7mm．卵膜腔は狭く，油球はない．

水温 16～19°C では約 55 時間，28～30°C では約 20 時間で孵化する．孵化するまで色素胞が現われない場合と胚体腹面にかなり大型の黒色素胞が出現する場合とがある．孵出孔は蝶番蓋型．

孵化直後の仔魚は全長 2.6～3.2 mm，卵黄は長く，後端は尖り，体の中央よりやや後方に達する．筋肉節数は 29～30＋14～16＝44～46．黒色素胞は体の下面に，正中線をはさんであらい点列をなし，その位置は仔魚前期を通じてほとんど変らない．卵黄吸収時の全長

は3.6～4.3mm. 産卵は九州近海では周年行なわれるが，北海道では，主として5～10月.

エツ *Coilia mystus* (Linne)

矢部 (1941) が産卵について報告している. 同氏によれば，朝鮮では5月下旬～7月中旬に大河の下流河口付近で産卵し，一部は沿岸でも行なうらしい. 卵は球形，径 0.81～0.93 mm，卵膜腔は狭い. 泡沫状構造のある卵黄は淡い青磁色，中に径 0.20 mm 以下の油球多数がある. これらの油球は卵内発生中に数が減り，1個の大油球（径 0.5 mm）と十数個の微小油球とになる. 19～23.8°C の水温では 32 時間で孵化する.

孵化直後の仔魚は全長 2.70 mm，大油球は卵黄前端にある. 筋肉筋数は 38+22=60. 1日後には全長 3.3 mm に達し，筋肉節数は 37+30=67 を示す.

カタクチイワシ科 Engraulidae の魚で我国近海に産し，浮性卵の性質の判明しているものは上記2種の他にタイワンアイノコ *Stolephorus zollingeri* (Bleeker)，インドアイノコ *S. indicus* (Van Hasselt)，ホクシカタクチ *Thrissa mystax* (Bloch et Schneider) およびツマリエツ *Setipinna taty* (Cuvier et Valenciennes)(いずれも Delsman, 1929, '31, '32) がある.

タイワンアイノコの卵および孵化仔魚はカタクチイワシに酷似し，インドアイノコの卵は西洋梨型で，尖つた端に小突起状の付属物があるが，仔魚はカタクチイワシに似る. ホクシカタクチは円形卵を産む. ツマリエツはエツに似ているが，孵化仔魚の油球は卵黄後方に1列に並び，大小の差がエツほど著しくない.

オキイワシ *Chirocentrus dorab* (Forskål) および オオクチサイトウ *C. hypselosoma* Bleeker

この2種の卵および孵化仔魚については Delsman (1922, '30) の報告がある.

卵径は両種とも 1.61～1.65 mm，卵膜はオキイワシは平滑であるが，オオクチサイトウは全表面に径 0.015 mm の亀甲模様がある. 卵膜腔はいずれも狭い. 油球はオキイワシでは1個若しくはなく，オオクチサイトウは多数，孵化仔魚の肛門までの筋肉節数はオキイワシが 57～58，オオクチサイトウ 53～55 である.

サバヒー亜目 Chanina

Delsman (1926, '29) がサバヒー *Chanos chanos* (Forskål) の卵および孵化仔魚について報告している.

卵は球形，径 1.2 mm，卵膜腔は狭く，卵黄は細かく亀裂する. 油球はない. 孵化直後の仔魚の背腹両膜鰭，卵黄後半面上に樹枝状黒色素胞があるのが特徴. 筋肉節数は33～35+8～10.

ワニトカゲギス亜目 Stomiatina

この亜目に属する魚の浮性卵としては Sanzo (1931) が地中海から採集報告したホウライエソ，テンガンムネエソ，キユウリエソ属の一種およびシンジュエソ属の一種と西村

(1957) が従来マクルラス卵とされていた浮性卵をキュウリエソの卵であろうと訂正発表したものとがある.

これらの卵は径 0.8～2.5 mm, ホウライエソを除いてはいずれも卵膜腔は狭い. 卵膜は特異な金平糖状卵被を有するキュウリエソを除き平滑. 卵黄はいずれも亀裂する. 油球はホウライエソになく, 他の種類では1個.

キュウリエソ *Maurolicus japonicus* Ishikawa
(Pl. 26, fig. 6)

神谷 (1916) がマクルラス科, 単脂第二号として報告した卵. これを西村 (1957) はキュウリエソの卵と推定し, その根拠を詳しく述べている.

金平糖状卵被を含めた卵径 1.29～1.82 mm, 卵被を除いた径 0.87～1.17 mm. 油球は1個, 径 0.22～0.28 mm. 卵黄の亀裂はあらい.

孵化直後の仔魚は体長 2.8 mm. 油球は卵黄の中央下面にあり, 肛門は卵黄の後端から離れ, 体の中央よりやや後方に開く. 色素胞は全くない. 筋肉節数は 36～37 (神谷). 3～6 mm の後期仔魚の筋肉節数 14+17=31, 親魚の脊椎骨数 33 (西村).

産卵期は日本海では周年, 館山湾では冬から初夏, 豊後水道からは1月末に1卵が得られたに過ぎない.

ホウライエソ *Chauliodus sloani* Schneider
(Pl. 26, figs. 7, 8)

Sanzo (1931) は Grassi (1918) が Egg N の名称で報告した魚卵 (ウナギ目の一種として) を本種の卵と推定した.

筆者が 1954 年 2 月 9 日に土々呂沖 (表面海水温 19.3°C) から得た 2 個の卵は Sanzo の記載した卵に良く一致する.

卵径 2.04～2.12 mm, 卵膜腔は広く, 卵黄径 1.46～1.52 mm (Sanzo; 2.24～2.52, 1.40 mm). 卵の外観はイワシ類に似る. 卵黄は泡沫状構造を呈する. 卵膜は内外 2 膜が認められた.

胚体が卵黄の約 1/2 を取巻き, 13 個の筋肉節が認められた状態 (fig. 7) から, 16～18°C の水温で 3 日後に孵化した. 孵出孔の形は不明.

孵化直後の仔魚 (fig. 8) は全長 6.00 mm, イワシ類の仔魚に似る. 卵黄は大きく, 腹面に細長く付着し, 肛門は卵黄の少し後方, 体の後方から 1/5 の辺に位置する. 色素胞は尾端膜鰭内にある約 10 個の黒色素胞を除いて, 他の部分には全くない. 筋肉節数は 52+9=61 (Sanzo; 51+7=58).

ハダカイワシ目　Myctophida

この目の浮性卵は, エソ科の魚卵を除き, その性質が判明しているものはごく少ない.

エソ科　Synodontidae

神谷 (1916, '25), Delsman (1938) および Vijayaraghavan (1957) の報告がある.

神谷はアカエソの熟卵を検し，天然浮性卵中からエソ類3種の卵を識別し，記載した．Delsman は Java Sea から2種のエソ卵を報告し，そのうちの1種はワニエソの可能性があると述べている．Vijayaraghavan は Madrus 沿岸からワニエソの天然浮性卵を採集し，報告した．

現在までに報告されているエソ類の卵は，球形，径 1.0～1.3 mm，油球はなく，卵膜腔は狭い．卵膜には全表面に亀甲状の模様がある．卵黄は亀裂しない．

ところが，筆者は道津喜衛氏の好意により，トカゲエソの人工授精卵を検する機会を得，卵膜に亀甲状模様のないエソ卵があることを知つた．筆者は現在までに，九州近海から卵膜に構造のあるエソ卵を5種，トカゲエソ類似卵2種を得，それらを親魚の脊椎骨数，熟卵の性質および出現期等から種名を推定し，検索に掲げた．

エソ類のシラス型幼期のものは体の腹面に特徴ある黒色素斑を有し，その数が種の査定上重要であることはすでに知られている．エソ類と思われる卵から孵出した仔魚は，卵黄を吸収し尽す頃に，体の各部に散在していた黒色素胞が集まつて，腹面に4～6個の大きな黒色素胞群を作る．この色胞群の数はシラス期のものに比べて通常1～2個少ない．卵内および仔魚前期を通じ，黒以外の色素胞は現われない．

エソ類，No.2 アカエソ *Synodus variegatus* (Lacépède)？

(Pl. 23, figs. 1–9)

神谷（1916）は熟卵の性質から，天然浮性卵中より本種を推定報告したが，1925年の報告では別種であろうと訂正した．

熟卵 館山湾；1913年10月29日（神谷），玉之浦；1954年7月21日（筆者），両者にほとんど差異がなく，径 0.98～1.13 mm，卵膜の亀甲状模様径 0.022～0.038 mm であつた．

天然浮性卵と思われるものは延岡市周辺から 6～10 月に採集された．卵径 1.08～1.20 mm，亀甲模様径 0.032～0.052 mm．孵化に要する時間は 19～23°C では約6日，28～32°C では約3日であつた．孵出孔は直線裂孔状（figs. 1–6）．

孵化直後の仔魚（fig. 7）は全長 4.03～4.44 mm，胸鰭はすでに現われ，卵黄は細長く，後端は第31筋節下に達する．肛門は体の後方から約 1/4，第45筋肉節下に開く．体表に顆粒構造が認められる．黒色素胞は尾端膜鰭内の約10個のみ．筋肉節数は 44～46＋14～19＝60～64.

夏季の水温（28～32°C）では孵化後1日で卵黄をかなり吸収し，口が開き（fig. 8），眼と体の腹面とに黒色素胞が現われる．体の腹面の黒色素胞は大きな樹枝状で肛門までに4個（第10，18，24および40筋肉節下）と尾端近くに1個とが認められる．

孵化後3日の仔魚（fig. 9）は全長 4.76 mm，腹面の黒色素胞は前段階のものに比べ大差はないが，肛門までの位置が第6，13，22および38筋肉節下であつた．筋肉節数には変化はない（アカエソの脊椎骨数は 60～64）．

エソ類，No. 1 (Pl. 23, fig. 10) は8月末に豊後水道から1卵を採集した．前種との区別点は筋肉節数（47＋19－66）と尾端膜鰭内に色素胞を欠く点とであるが，同一種の可能性も高い．神谷（1925）がエソ類第二種として報告しているものは，前種または本種と同

じものと思われる．

Weber and Beaufort (1913) によれば，アカエソの全長 13 mm の仔魚は尾端を除く体の腹面に 12 個の黒色素胞があり（頭より数えて，肛門までに 10 個），45mm のものでは肛門までに 9 個がある．この点は筆者がアカエソと推定したものとは異なる．Delsman(1938) が報告した 2 種のうちの 1 種は，黒色素胞の状態が Weber and Beaufort の報告しているアカエソに似るが，筋肉節数（39～40+16～17=56）は少ないように思われる．

エソ類，No. 3　ワニエソ *Saurida tumbil* (Bloch)？

(Pl. 24, figs. 1–7)

本種の天然浮性卵と思われるものは富岡から 6～12 月に得られた．卵径 1.09～1.22 mm，卵膜の亀甲模様径 0.039～0.063 mm．卵内発生や孵化に要する時間は前記種と大差はないが，孵化前 1 日位から胚体の体側に黒色素胞が現われ，除々に腹面へ移動する（fig. 5）．孵出孔は直線裂孔状．

孵化直後の仔魚（fig. 6）は全長 3.50～4.32 mm，卵黄は前種に比べて短く，後端は第 21 筋肉節下に位置する．肛門は体の後方から約 1/3 の辺，第 35 筋肉節下に開く．黒色素胞は約 35 個が眼の上方から耳嚢後方を経て胸鰭下から体の腹面に沿い尾端まで分布する．尾端膜鰭内には約 20 個の黒色素胞がある．筋肉節数は 35～36+18=53～54.

孵化後 28～30 時間の仔魚（26～28°C）（fig. 7）は卵黄を吸収し尽し，全長 4.40 mm に達する．口が開き，眼は黒くなつた．体の黒色素胞は集まつて数が減り，腹面に並び，肛門までに 4 個（第 4，12，21 および 33 筋肉節下）と尾部中央腹面（第 43—44 筋肉節下）に 1 個とが認められた．頭部の黒色素胞は消失した．筋肉節数は 34+19=53（ワニエソの脊椎骨数は 49～54）．

その後の時間の経過に伴う変化は少ないが，尾部中央腹面の黒色素胞の分布域が広くなる場合（数筋肉節に亘る）もあつた．

以上述べた卵および孵化仔魚は Delsman が報告したものの 1 種と Vijayaraghavan の報告したワニエソに極めて良く似ている．

1951 年 8 月 20～25 日に五島沖で漁獲されたワニエソは熟卵を持ち，径 1.20～1.35 mm であつた．卵膜の亀甲模様の有在は確認出来たが，径は正確に測れなかつた．なお，岡田 (1955) によれば壱岐，対馬でのワニエソの産卵期は 8～9 月と云う．

エソ類，No. 4　オキエソ *Trachinocephalus myops* (Schneider)？

(Pl. 24, figs. 8–11)

本種の完熟卵を 1955 年 10 月 18 日に福岡市近郊の津屋崎町で得た．径 1.10～1.20 mm，卵膜の亀甲模様径 0.034～0.052 mm.

天然浮性卵と思われるものは，1952 年 9 月 26 日に富岡，1953 年 10 月 3～13 日に延岡市周辺から得られた（24.5～26.3°C）．卵径や亀甲模様の径は熟卵と大差ない．

卵内発生，孵化に要する時間および孵出孔の形は前種にほぼ等しいが，卵内で現われる黒色素胞の数は前種より多い（figs. 8, 9）．

孵化直後の仔魚（fig. 10）は全長 3.66 mm，卵黄は短いが後方が尖り，第19筋肉節下に位置する．肛門は体の後方から約 1/3 の辺，第33筋肉節下に開く．頭部背面から尾端近くまでの体側には約70個の黒色素胞が散在し，尾端膜鰭内にも約20個がある．筋肉節数は 33+20=53（オキエソの脊椎骨数は 52～54）．

エソ類，No 5（Pl. 25, figs. 1–3）

1953年6月27日に富岡から得た．径 1.16 mm，亀甲模様径 0.030～0.036 mm．胚孔が閉じ，眼胞が分化していた状態（fig. 1）から 24～25.4°C の水温で約4日後に孵化した．孵出孔は直線裂孔状．

孵化後間もない仔魚（fig. 3）は全長 4.56 mm，卵黄は細長く，後端は第25筋肉節下に達する．肛門は体の後方から 1/4 の辺に開く．黒色素胞は頭部に数個，卵黄上に約20個，卵黄後方から尾端近くまでの体の腹面に，各筋肉節にほぼ1個ずつおよび尾端膜鰭内に約10個がある．筋肉節数は 36+16=52．

本種は神谷（1925）のエソ類第一種に似るが，肛門の位置が著しく異なる．

トカゲエソ *Saurida elongata*（Temminck et Schlegel）（Pl. 25, figs. 4–8）

本種の卵は卵膜に亀甲状模様がない．また，孵化直後の仔魚の黒色素胞の配置が特異な点から前に述べたエソ類とは容易に区別出来る．

人工授精卵は径 1.20～1.33 mm，天然浮性卵と思われるものは5～7月に延岡市周辺から得られ，径 1.20～1.30 mm，卵膜は平滑であつた．

卵内発生はエソ類の他の種類と大差はない．水温 24～25°C では受精後8時間で Morula 期（fig. 4）に達し，その後 22～30°C で 100 時間後に孵化した（figs. 5, 6）．孵出孔は直線裂孔状．卵内発生中に胚体上に黒色素胞が現われるが，これらは孵化以前に数を減じて腹面へ集る．

孵化直後の仔魚（fig. 7）は全長 4.11～4.65 mm，卵黄は細長く，後端は第26筋肉節下に達する．黒色素胞は前頭部に数個と体の腹面に3または4個（肛門までに2または3個）があり，その位置は個体差が大きい．すなわち第1番目のものは胸鰭直後下にあるが，これを欠く個体も多い．第2～4はそれぞれ第13～17，29～30および48～50筋肉節下にある．体表に顆粒構造が発達する．筋肉節数は 32～33+25～28=58～60（本種の脊椎骨数は 57～62）．

孵化後12時間で口が開く．孵化後1日の仔魚（fig. 8）は全長 4.30 mm，眼は黒い．前頭部の黒色素胞が消失した．腹面の黒色素胞の位置は孵化直後のものと変らないが，第3および4番目のものは大きさを増す．筋肉節数は変らない．

本種の孵化仔魚には尾端膜鰭内に黒色素胞がない．

トカゲエソ類似卵，No. 1（Pl. 25, figs. 9, 10）

1952年5月15日に富岡から得た（19°C）．径 1.24 mm．胚体が卵黄の 2/3 を取巻く段階

ですでに黒色素胞が胚体上に散在していた（fig. 9）．19～23°C の水温では此の状態から36～40時間後に孵化した．孵出孔は直線裂孔型．

孵化後間もない仔魚（fig. 10）は全長 3.56 mm，卵黄の形や肛門の位置はトカゲエソと変らない．体表には顆粒構造が発達している．約12個の黒色素胞が体の背面または体側中央部にあり，体の腹面には直腸部前方に1個認められるに過ぎない．筋肉節数は31＋26＝57．尾端膜鰭内に黒色素胞がない．

トカゲエソ類似卵，No. 2（Pl. 26, figs. 1–5）

本種は富岡から6～10月，土々呂沖から8～10月に得られた（21.5～27.6°C）．前2種に比べて卵は小さく，径 0.86～0.94 mm．

卵内発生（figs. 1, 2）は前2種と大差はないが，胚体表面に現われる黒色素胞はやや大きく点状である．23～25.4°C の水温では胚孔閉鎖直後から50～51時間で孵化した．孵出孔は直線裂孔型のものが多かつた．

孵化直後の仔魚（fig. 3）は全長 2.74～2.97 mm，卵黄は前2種に比べてやや短く，後端は第19筋肉節下に位置する．肛門の位置は全体の 1/2 よりやや後方．黒色素胞は前頭部に5～10個，腹部および尾部後端までの腹面と体側に約20個が散在するが，多くは腹面に並んでいる．卵黄前方に2～3個の黒色素胞のある個体もあつた．体表に顆粒構造が発達する．筋肉節数は 24～26＋23～25＝49．

孵化後1日の仔魚（fig. 4）は全長 3.27 mm，眼に黒色素胞が現われてきた．体側の黒色素胞は腹面へ移り，数が減つた．

孵化後2日の仔魚（fig. 5）は全長 3.27 mm，卵黄をほぼ吸収し尽し，口が開いた．腹面の黒色素胞の数はさらに減り，胸鰭直下，腹部中央および後方，尾部中央に大型のもの1個ずつが認められた．胸鰭直下の消化管上にも 1, 2 個が見られた．頭部の黒色素胞は消失した．肛門の位置や筋肉節数に変化はなかつた．

テナガミズテング *Harpodon nehereus*（Hamilton-Buchanan）

Delsman（1929）が卵を図示しているが，記載はない．卵径約 0.8 mm，油球はなく，卵黄は亀裂しない．卵膜腔は狭い．

ハダカイワシ目の1種？

以下に述べる2種の卵は，Delsman（1938）が Java Sea からハダカイワシ類の一種であろうと報告したものに極めて良く似ている．

卵径 1.12～1.37 mm，油球は黄色，発生初期には，例外なく 2～10 個あるが，卵内発生中に合して1個になる．合一した油球径は 0.21～0.27 mm．卵膜の全表面に三枚羽根状の小突起があり，大きさと数は種類によつて異なる．

卵膜腔は狭く，卵黄は亀裂しない．卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．

孵化直後の仔魚は全長 4～5 mm，卵黄は前方が膨らみ，後端は細くなつて体のほぼ中央下に達する．油球は卵黄のほぼ中央下面に位置し，一部は卵黄表面から突出する．肛門

は体の後方から1/3の辺に開く．筋肉節数は 55～64.

ハダカイワシ目 No. 1 (Pl. 27, figs. 1-4)

玉之浦において1954年5月23日および5月26日に採集 (19.6°C, 20.0°C). 卵径 1.30～1.37 mm. 卵は採集当時に胚体形成がはじまつており，油球は 1卵では5個（径 0.03, 0.09, 0.13, 0.15 および 0.15 mm）(fig. 1)，他の1卵は4個 (0.11, 0.13, 0.13 および 0.14 mm) が認められた．卵膜表面の突起は基部の幅 0.06 mm，高さ 0.11～0.15 mm，数は半球面上に 85～90 本であつた．

22～23.2°C の水温で，前述の胚体形成期から12時間25分後には12筋節期に達し，5個の油球が4個に減り(fig. 2)，採集後40時間には胚体は卵内の 3/4 を回り，胚体上に黒色素胞が現われ，油球は1個に合した (fig. 3)．この状態から32時間後に孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化直後の仔魚 (fig. 4) は全長 4.98 mm，眼にわずかに黒色素胞が現われていた．胸鰭はすでに現われていた．

黄色素胞は眼の前方から尾端までの体の腹面に1列に並び，体の背面には胸鰭後方に1個と尾部後半とに見られた．尾端膜鰭内には背腹面ともに黒および黄色素胞が広がつていた．黒色素胞は黄色素胞に伴つて分布しているが，前頭部，卵黄下面および油球上にも認められた．筋肉節数は 36+28=64.

ハダカイワシ目， No. 2 (Pl. 27, figs. 5-8)

九州近海では6～12月に採集される (18～29°C). 卵径 1.12～1.33 mm，合一した場合の油球径 0.21～0.27 mm. 卵膜の突起は基部の幅 0.03～0.05 mm，先端の幅 0.015～0.020 mm，高さ 0.051～0.068 mm，数は 10 個の測定では半球面上に 197～250 本.

卵内発生は前種に等しく，胚体の形成がはじまつた段階から 13～15°C では 100 時間で孵化した．なお胚体が卵内の 2/3 を回る状態から孵化までは 13～15°C では 57 時間，26～27°C では 20～22 時間であつた．孵化に近くなると，卵の多くは器底に沈下した．孵出孔は直線裂孔型．

孵化直後の仔魚 (fig. 6) は全長 4.15～4.82 mm，胸鰭はすでに現われており，眼も黒いが，口は開いていない．色素胞の分布は前種にほぼ等しいが，体の背面の色素胞は前種よりも多い．筋肉節数は 30～31+25～26=55～56 で前種より少ない．

27～28°C の水温で孵化後1.5日の仔魚 (fig. 7) は全長 4.86～5.36 mm に達し，卵黄をほとんど吸収し，油球だけが消化管下に小球として認められる．口は大きく開き，胸鰭も発達する．黒色素胞は吻端から尾端までの腹面に密に並ぶものと下顎下から消化管下面を肛門まで連続して並ぶ1列とが顕著で，体の背面には尾部に断続した3群が認められるに過ぎない．尾端膜鰭内の黒色素胞は数を増す．黄色素胞に変化はない．筋肉節数は31+22～23=53～54.

孵化後5日 (24°C 前後) には全長 5.75 mm に達した．色素胞に変化はなく，筋肉節数は 29+27=56 であつた．

孵化後7日の仔魚（fig. 8）は全長 5.35 mm，腹部中央から尾端にかけての体の背面に再び黒色素胞が現われた．尾端膜鰭内の黒色素胞は更に数を増した．筋肉節数は31＋23＝54．この段階から死ぬ仔魚が多くなつた．

本種は Delsman が報告している2種のうちの1種に極めて近縁なものと考えられる．

これらの卵がハダカイワシ目に属するかどうかについては Delsman も述べているように，それを支持する具体的事実はない．卵膜に特殊な構造があること，孵化仔魚の肛門が体の後方に位置すること，筋肉節数が 53～64 であることおよび尾端膜鰭内に黒色素胞が存在すること等はエソ類に類縁があるようにも思われる．

ウナギ目　Anguillida

無足魚類の変態に関しては古くから研究され，多くの報告があるが，卵および発育初期の性質が判明している種類は少ない．

卵は大きく，径 1.60～4.80 mm，卵膜には特殊な構造はないが，虹色に輝くものが多い．卵膜腔は著しく広く，卵黄は細かく亀裂する．油球は1個，多数またはない．油球の色は無色から黄色のものまで見られるが，個体差と発生段階による濃淡の差が大きい．

孵化仔魚は細長く，側扁し，多くの種類では 100 個以上の筋肉節がある．肛門は体の後方に位置するが，肛門後方にも多数の筋肉節がある．孵化直後または卵黄吸収後に両顎の各側に3～5本の針状歯が認められる．種類によつてはすでに顕著な粘質物を分泌するものがある．

神谷（1916）は館山湾からウナギ目魚卵を6種採集し，そのうちの2種を記載した．高井（1959）は周防灘の材料を用いてハモの人工授精を行ない，卵内発生と仔魚期について報告した．筆者は九州近海から16種の卵を得た．ここでは検索において述べたようにウミヘビ科とその他の種とに分けて記載する．

ウミヘビ科　Ophichthidae

卵内発生中若しくは孵化後時間の経過と共に体の腹面に大きな黒色素胞が現われるものをまとめた．

ウミヘビ科，No. 1 (Pl. 28, figs. 1–4)

1952年10月2日および8日に富岡から採集（23.6，23.5°C）．

卵径 2.65 および 2.83 mm，油球は1卵では1個，径 0.33 mm，他の1卵では径 0.17～0.27 mm のもの4個（卵内発生中に1個に合した）であつた．採集当時嚢胚期にあつた卵（fig. 1）は 20～23°C の水温で5日後には胚体は卵内を一周し，尾部に黒色素胞が現われ，6日後には腹部腹面に4個の黒色素嚢が形成され，176～178時間後に孵化した．孵化直前には胚体は卵内の 1 1/3 を回つていた．孵出孔の形は不整形．

孵化後5～6時間の仔魚（fig. 4）は全長 9.60 mm，卵黄は細長く，後端は体の 1/2 より後方に伸び，肛門は体の後方から 1/3 の辺に開く．眼は黒く，口は開いているが，針状歯は認められない．油球は卵黄前端にある．黒色素嚢は肛門までの腹面に4個（第8—9，

20—22, 34—36 および 46—48 筋肉節下), 尾部前方腹面に1個 (第68—72筋肉節下) があり, 尾端には背腹面に大きな1叢がある. 筋肉節数は 57+約 70.

孵化後3日で卵黄をほとんど吸収し尽したが, 全長に変化はなく, 針状歯も現われなかつた. 黒色素叢は分布域が広くなり, かつ2～4筋肉節ほど前方へ移つた. 肛門までの筋肉節数は55であつた.

ウミヘビ科, No. 2 (Pl. 28, figs. 5–7)

1952年9月1日に富岡から採集 (28.0°C). 卵径 2.89～3.83 mm, 油球はない. 卵径の変異が大きいが, 孵化仔魚の観察から同一種と思われた.

採集当時胚体が卵内の3/4を回つていたものでは未だ色素胞は現われていなかつた. 27～28°C の水温で1日後には胚体は卵内の1周以上を回り, 眼が黒くなり, 腹中線をはさんで8対の大きな黒色素胞が認められた (fig. 5). この状態から5～11時間後に孵化した. 孵出孔の形は不整形.

孵化直後の仔魚 (fig. 6) は全長 10.2 mm, 口は開いているが, 針状歯は現われていない. 卵黄は前部がふくらみ, 後方は細くなつて体の後方から1/3の辺まで伸びている. 肛門の位置は体の後方から 1/5 の辺. 腹面の黒色素叢は肛門までに5個 (胸鰭直下, 第7—8, 16—17, 30—32, 44—47 および 61—65 筋肉節下), 尾部第84—91筋肉節下に1個および尾端背腹面に1個がある. 筋肉節数は 74+約75.

孵化後12時間の仔魚は全長 12.2 mm, 針状歯の形成がはじまり, 上顎に 3, 下顎に4本が認められた (いずれも各側). 卵黄をかなり吸収したが, なお腹面には塊状の卵黄が断続して付着していた. 体の腹面にはさらに3個 (2個は肛門より前方) の黒色素叢が現われた. 筋肉節数は 75+約75.

孵化後4日の仔魚 (fig. 7) は全長 13.2～15.1 mm, 卵黄をほぼ吸収し尽した. 針状歯は両顎ともに片側に5本が認められた. 腹面の黒色素叢は更に数を増し, 肛門までに 10個, 尾部に3～5個が認められた. 筋肉節数は 74+70 以上.

ウミヘビ科, No. 3 (Pl. 29, figs. 1–3)

1953年10月3日および6日に土々呂沖から採集 (24.5, 26.4°C). 卵径 3.77～3.78 mm, 油球は黄色, 数は 18～19個, 径 0.06～0.10 mm.

19～26°C (20～23°C の期間が長い) で採集後30時間に胚体が卵黄の 2/3 を取巻いていた卵 (fig. 1) は, 3.5日後に胚体が卵内の3/4を回り, 腹面に黒色素胞が現われ (fig. 2), 1日後 (採集後6日) に孵化した. 孵出孔は直線裂孔型.

孵化直後の仔魚 (fig. 3) は全長 12,02 mm, 卵黄は小さく, 後端は体の中央に達しない. 油球は2個に減つていた. 口は開き, 針状歯は未発達であつたが, 両顎ともに片側に4本が認められた. 眼は黒い. 黒色素叢は胸鰭直下から肛門前方までの体の腹面に, ほぼ等間隔に8個 (第 4—5, 10—12, 18—21, 26—27, 32—35, 42—43, 49—57 および 68—74筋肉節下) あり, 第4および6番目のものは小さい. 尾部腹面には第89—98筋肉節下と尾端背腹面とに1叢ずつがある. 筋肉節数は 82+約70. 本種は神谷 (1916) の多脂第

十二号，アナゴ？と同一種と考えられる．

ウミヘビ科，No. 4 (Pl. 29, figs. 4, 5)

1953年8月26日に日向灘から採集（29.8°C）．卵径3.16 mm，油球は無色，39個，径0.05～0.10 mm.

採集後24～32°Cの水温で28時間には胚体は卵内をほぼ1周していたが，色素胞は現われていなかった（fig. 4）．この状態から35～37時間後に孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化直後の仔魚（fig. 5）は全長9.40 mm，卵黄は前後に縊れて細長く，後端は体の中央よりやや後方に達する．油球は大部分卵黄前方に集り，19個に減っていた．口は開いているが，針状歯は未発達で各側に上顎4本，下顎3本が認められた．眼はわずかに黒い．体腹面の黒色素胞は叢状または小さい樹枝状胞の集団で，肛門までに4個（第8—11，21—23，45—49および70—76筋肉節下）があり，第2および3番目のものは卵黄上にある．尾部腹面には第95—103筋肉節下と尾端背腹面とに1叢ずつがある．腹部第2番目の黒色素胞群の前後に小さい黒色素胞が1～3個認められる．筋肉筋数は85+約110.

ウミヘビ科，No. 5 (Pl. 29, figs. 6, 7)

1953年7月21日に土々呂沖で採集（25.4°C）．卵径3.12 mm，油球は無色，39個，径0.07～0.17 mm.

卵は採集後8.5時間にほぼ10筋節期にあり，眼胞が分化していた．油球は胚体の反対側の卵黄表面に集まっていた（fig. 6）．24～32°Cではこの段階から75～82時間で孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化後1日の仔魚（fig. 7）は全長10.98 mm，卵黄は未だ大きく，前後に縊れている．両顎には片側に4本ずつの針状歯が認められたが，十分発達していなかった．眼は黒い．体の腹面の黒色素胞の形と分布は前種にほぼ等しく，大型のものが肛門までに4個（第6—7，20—23，48—53および79—83筋肉節下），尾部に1個（第108—114筋肉節下）および尾端背腹面にあり，小型のものは第2～3番目に2個，3～4番目に1個があった．筋肉節数は90+約90．本種は前種に良く似ており，同一種の可能性もある．

ウミヘビ科，No. 6 (Pl. 30, figs. 1, 2)

1956年7月2日に土々呂沖から採集（23.2°C）．卵径2.20 mm，卵膜の内側に皺がある．油球は無色，30個，径0.04～0.13 mm.

採集後2時間には胚体は卵黄の1/2を取巻き，筋肉節5個が認められた（fig. 1）．23.2～25.2°Cの水温でこの状態から30時間後に孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化後2.5日の仔魚（fig. 2）は全長7.02 mm，卵黄はかなり吸収され，体の腹面に断続して付着し，油球も各卵黄塊に含まれていた．眼は黒く，口は開いているが，針状歯は未発達．体の腹面には大小の黒色素叢が不同の間隔で並び，肛門までに8個（第8—9，13—15，22—25，27—28，36—39，52—56，64—67および69—74筋肉節下），尾部第78－82筋肉節下と尾端背腹面に1叢ずつがある．筋肉節数は77+約60.

ウミヘビ科以外のもの

卵内発生中または孵化後時日を経ても体の腹面に大きな黒色素胞が現われない種類をウミヘビ科から分けた．しかし，ウミヘビ科の魚卵から孵化した仔魚がすべて腹面に大きな黒色素胞を持つという確証はないし，ウミヘビ科以外のウナギ目魚卵から孵出した仔魚には例外なくこのような色素胞がないということも分つていない．ウナギ目魚卵をこのように2分することは妥当とは思われないが，現在の知識からは止むを得ない．

ハ モ *Muraenesox cinereus* (Forskål)

高井（1959）の報告がある．氏は1957年9月9日に山口県光市牛島漁港に水揚げされた材料を用いて人工授精を行なつた．

完熟卵は径1.5～2.2 mm（多くは1.6～1.8 mm），油球は40～60個，径0.095mm以下，卵内発生中に数が減る．20～22°C の水温では受精後1時間30分に第1分裂，13時間にMorula 期に達し，20時間35分に筋肉節4個が分化する．42時間後には61筋肉節期に達し，Kupffer 胞が消失する．この時期の卵径は平均 1.934 mm，卵黄長径 1.334 mm．63～69時間後に頭部から孵出する．水温 24～26°C では受精後38時間で孵化する．

孵化直後の仔魚は全長 3.072～3.436 mm，卵黄の長さは平均 2.352 mm．油球は卵黄下方に散在し，前部のものは径 0.195～0.212 mm．口は開いていない．筋肉節は前後端が未分化であるが，卵黄後端までに61～64個，総数は81～83個である．色素胞はない．孵化後24時間の仔魚は全長 5.040～5.184 mm，肛門までの長さは 3.968～4.512 mm，総筋肉節数は98～122個．35時間後に口が開き，40時間では全長平均5.559 mm，肛門までの長さ 4.676 mm，卵黄は前部を除き管状になり，長さ 3.529 mm，油球は7個に減少する．上顎先端は尖り，わずかに褐色を呈する．肛門までの筋肉節数は84個，総数は127個である．42時間50分後には死んだ．

同氏は周防灘で垂直曳網により孵化直前の天然卵を採集し，その結果ハモは半浮性卵を産むと想像している．なお周防灘における産卵期は7～9月である．

ウナギ目，No. 1 (Pl. 30, figs. 3, 4)

1954年2月9日に土々呂沖から採集（19.3°C）．卵径 3.18 mm，卵黄径 1.84 mm，油球は黄色，1個，径 0.38 mm．

採集後5.5時間には胚孔閉鎖直後の状態にあり，筋肉節は現われていなかつた（fig. 3）．この段階から 14～20°C（大部分は 18°C）の水温では7日後に孵化した．卵内発生中に色素胞は現われなかつた．孵出孔は直線裂孔型．

孵化直後の仔魚（fig. 4）は全長 9.18 mm，口は開いているが，針状歯は未分化．卵黄は前半がほぼ半球形で，後方は細く伸び，体の後方から1/3の辺に達する．油球は前方の半球部の中央下面にあり，一部は卵黄から突出する．肛門は体の後方から 1/5 の辺に開く．胸鰭は小さい．筋肉節数は 72＋約60．色素胞はない．

ウナギ目，No. 2 (Pl. 30, figs. 5, 6)

1953年8月22日に土々呂沖から採集（27.6°C）．卵径3.12～3.26 mm，卵黄径1.70～1.78 mm，油球はない．

採集後4時間には胚皮が卵黄の1/2を掩い，胚体分化がはじまろうとしていた(fig. 5)．この状態から24～31.6°Cの水温で4～5日後に孵化した（3卵中1卵は4日，他の2卵は5日後）．孵出孔は直線裂孔型．

孵化後1日の仔魚（fig. 6）は全長9.18 mm，卵黄をほぼ吸収し尽していた．肛門は体の後方からほぼ1/5の所に開く，両顎の各側に4本の針状歯が認められた．眼に黒色素胞が現われている以外に色素胞はない．筋肉節数は53＋約55．

孵化後2日の仔魚は全長10.2 mm，肛門の位置や色素胞に変化はなかつたが，筋肉節数は60＋約40であつた．

ウナギ目，No. 3 (Pl. 31, figs. 1–3)

富岡から8～9月，延岡周辺から7～8月に採集した（22.9～29.8°C）．卵の大きさに変異が大きく，卵径3.06～4.36 mm（3.3～3.6 mmのものが多い），卵黄径1.70～2.00 mm，油球はない．

上記期間に16個の卵が採集されたが，採集当時（午前中）の発生段階は，11個が嚢胚期（胚皮が卵黄の1/2～1/3を掩う），3個がそれから1日後の段階，1個が更に1日後のものであつた（1卵は観察しなかつたため不明）．このことから考えて，産卵はほぼ定まつた時刻（恐らく夜半頃）に行なわれるらしい．

嚢胚期にあつた卵は24～28°Cの水温で1.5日後に胚体が卵黄の1/2を取巻き，筋肉節34個が形成され，レンズおよび耳嚢が分化した（fig. 1）．

採集後2.5日には胚体は卵内の約2/3を回り，筋肉節は81個に増加し，心臓の鼓動と胚体の運動とが盛んになつた（fig. 2）．採集後3.5日には胚体は卵内をほぼ一周し，この前後から眼に黒色素胞が現われてきた．採集後5日で孵化した．孵出孔は直線裂孔型．

孵化直後の仔魚には種々の発育段階のものが見られた．全長の最小は9.35 mm，腹面には長さ4.4 mmの卵黄があり，未分化の針状歯が両顎の各側に4本ずつ認められた．最大のものは全長11.06 mm，卵黄は全くなく，針状歯は十分に発達していたが，数は各側に4本ずつで変りない．いずれの場合も胸鰭は現われており，眼は黒い．眼を除いては色素胞がない．肛門は体の後方から1/3と1/5の間に開く．筋肉節数は61～62＋60～70．孵化仔魚は顕著な粘質物を出す．

孵化後1日の仔魚は全長11.16 mm，腹部中央付近から尾端にかけての体側正中線に沿つて黒色点状胞が現われる．

孵化後3日の仔魚（fig. 3）は全長，肛門の位置，針状歯数および色素胞に変化はない．筋肉節数は61～63＋60～65＝122～128であつた．

ウナギ目，No. 4 (Pl. 31, figs. 4–6)

九州近海では本種の卵は前種とほぼ同じ時期に出現し，産卵時刻も同様である．

卵径 4.26～4.80 mm，卵黄径約 2.4 mm．油球はない．卵内発生は前種とほぼ同じで，24.8～29.8°C の水温では嚢胚期から 110～116 時間で孵化した．ただ本種では卵内で体側正中線に沿つて点状黒色素胞が現われる．孵出孔は直線裂孔型．

孵化後間もない仔魚（fig. 5）は全長 12.05～12.30 mm，卵黄は細長く消化管下面に着生し，ほぼ第 13—76 筋肉節下を占めている．肛門は体の後方から 1/5 の辺に開く．胸鰭後方から尾端近くまでの体側正中線上に，各筋肉節にほぼ1個ずつの点状黒色素胞が並ぶ．眼にはすでに虹彩が現われ，胸鰭も大きい．針状歯は両顎とも片側に 4 本ずつが認められた．筋肉節数は 82～84＋約 60.

孵化後 32 時間で卵黄を吸収し尽し，全長 13.8 mm に達した．上顎にさらに 1 本の針状歯が現われ，各側 5 本になつた．

孵化後 4.5 日の仔魚（fig. 6）は全長 11.7 mm．仔魚は衰弱し，全長も減少した．針状歯は両顎とも片側に 5 本．筋肉節数は 84 ＋約 60.

筆者は検索において本種をマアナゴ *Astroconger myriaster* (Brevoort) と推定し発表した．それは本種が九州近海に夏に出現するウナギ目魚卵のうちではもつとも普通であり，孵化仔魚の体側筋肉節数がマアナゴの変態前の Leptocephalus のそれと一致したからである（内田，1932，'58 によれば 139～144）．ところが高井（1959）によれば，マアナゴの卵には多数の油球があり，さらに完熟卵を持つた魚体が沿岸では得られず，成熟に達した魚の出現水域でも受精卵ないしは発育初期の仔魚は採集されないと述べ，接岸した仔魚の変態経過等から推して産卵は深海が沿岸に接近した黒潮の本流や支流域で行なわれると考えている．

以上の理由から本種をマアナゴと推定することは出来ないと考え，この機会に訂正しておく．

ウナギ目，No. 5 (Pl. 32, figs. 1, 2)

1953 年 10 月 6 日に日向灘から採集（26.4°C）．卵径 4.42，4.46 mm，油球はない．両卵とも採集後 19～26°C で 1.5 日には胚体は卵内の 2/3 を回り（fig. 1），上記水温で 5～5.5 日後に孵化した．孵出孔は直線裂孔型．

本種は多くの点で前種に似るが，孵化仔魚の肛門までの筋肉節数が78である．黒色素胞や針状歯数には差がない．

孵化後 14～23 時間の仔魚（fig. 2）は全長 11.46 mm，卵黄は未だ残存し，消化管下方に細長く着生していた．筋肉節数は 78＋約 55.

ウナギ目，No. 6 (Pl. 32, figs. 3, 4)

1953 年 8 月 27 日に土々呂港外から採集（27.6°）．卵径 4.40 mm，油球は無色，17 個，径 0.05～0.13 mm.

採集後 8.5 時間（fig. 3）には胚体の尾部は卵黄から離れ，63 個の筋肉節が数えられた．胚体の運動と心臓の鼓動とはすでに認められた．この段階から 25～32°C では 4 日後に孵化した．孵出孔は直線裂孔型．

孵化後2日の仔魚（fig. 4）は全長 9.74 mm，卵黄は完全に吸収されていた．肛門までの長さは全長の 84 %．針状歯は十分に発達し，両顎ともに片側に4本．眼は黒い．小点状黒色胞が第10筋肉節部から尾端近くまでの体側正中線上に，各筋肉節にほぼ1個ずつが並んでいた．筋肉節数は 84+約60.

ウナギ目，No. 7 (Pl. 32, figs. 5, 6)

1953年5月30日に豊後水道から採集（21.2°C）．本種は前種に酷似し，同一種である可能性もあるが，観察例が少ないため一応別種とし，主な相違点のみを摘記する．

卵径 3.80 mm，油球径 0.07～0.11 mm，数は 50 個．

採集後 7.5 時間には胚体は卵黄のほぼ 2/3 を取巻き，41 個の筋肉節が認められた（fig. 5）．この段階は前種の図示したものより発生の初期にあるが，卵黄の変形が著しい．この状態から 18.8～25.0°C の水温で 86.5～89.5 時間後に孵化した．孵出孔は直線裂孔型．

孵化後約 12 時間の仔魚（fig. 6）は全長 11.60 mm．口は開いているが，針状歯は形成されていない．油球は 23 個に減り，卵黄前方に散在している．肛門までの長さは全長の 79%．色素胞は現われていない．筋肉節数は 82 +約 70.

一般の浮性卵から孵出した仔魚では卵黄を吸収するに伴い，尾部の伸長が著しいか，肛門の位置が前進するかして，肛門までの長さの全長に対する割合は小さくなる．前種より発育段階が初期にありながら肛門までの長さの割合が小さい点を主な区別点とし，検索に掲げた．

ウナギ目，No. 8 (Pl. 33, figs. 1, 2)

1953年10月7日に豊後水道，同月13日に土々呂沖から採集（25.8, 25.9°C）．卵径 2.32, 2.81 mm，油球は淡黄色，径 0.03～0.18 mm，数は7個，20個，両卵とも採集時には同一発生段階にあつた．

採集後9時間には胚体は卵内の 3/4 を回つていた（fig. 1）．20～24°C の水温ではこの段階から9時間後に孵化した．孵出孔は不整形であつた．

孵化後間もない仔魚（fig. 2）は全長 5.56 mm，卵黄は大きく，細長い．その後端は第45筋肉節下に達する．油球の多くは卵黄前面に散在していた．口は未だ開かず，胸鰭も現われていない．第4～6筋肉節下に嚢状物がある．肛門は卵黄の少し後方，体の後方から 1/4 の辺に開く．筋肉節数は 51+48=99.

本種は神谷（1916）の多脂第一号および Delsman (1933) が不明種として記載図示しているものに似ている．しかし孵化後の経過が不明なため同一種か否か確言出来ない．

ウナギ目，No. 9 (Pl. 33, figs. 3—5)

1953年10月20日に土々呂沖から採集（25.4°C）．卵径 2.43 mm，卵膜の内側に皺がある．油球は無色，径 0.05～0.07 mm，数は 24 個．

採集後5時間には胚体は卵黄の約 1/2 を取巻き，眼胞が分化していた（fig. 3）．21～25.6°C の水温でこの状態から 18 時間後には胚体の尾部は卵黄から離れ，50 個の筋肉節が

分化した（fig. 4）．同水温で採集後54時間で孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化後18時間の仔魚（fig. 5)は全長7.14 mm，卵黄後端は第40筋肉節下に達する．油球は小さくなり，数も3個に減つていた．肛門は体の後方から1/4の辺に開く．口は未だ開いていない．尾端背腹面に黒色素胞がある．筋肉節数は 48+約 70.

本種は前種に似ており，したがつて，神谷(1916）の多脂第一号と同種の可能性もある．

I. D, No. 1 (Pl. 33, figs. 6, 7)

ウナギ目またはニシン目の魚卵に似て所属不明のものである．

1953年8月10日に豊後水道から採集（23.6°C）．卵径 1.90 mm，卵膜は虹色に輝き，内側に不規則な皺が見られた．油球は無色，1個，径 0.33 mm であつたが，卵黄表面に接する部分は扁平であつた．卵黄は細かく亀裂する．

24～28°C で採集後 11.5 時間には40筋節期にあり，レンズおよび耳嚢が分化していた（fig. 6）．同水温で採集後 24～26 時間で孵化した．孵出孔は不整形．孵化後の空殻では卵膜の皺は認められなかつた．

孵化直後の仔魚（fig. 7)は全長 5.42 mm，口は開かず，胸鰭も現われていない．卵黄は細長く，第7—53筋肉節下を占め，油球は卵黄の前端から突出し，その形はほぼ半球形であつた．卵黄前方には複雑な嚢が3個認められる．肛門は体の後方から 1/10 の辺にあり，先端は膜鰭縁辺に達していない．色素胞は全くない．筋肉節数は 74+(6+X)=80+X が数えられた．尾部筋肉節数は7個しか数えられなかつたが，それより後方は未分化で，将来なお相当数が形成されるように思われた．

本種の所属についてはニシン目（特にワニトカゲギス亜目）とウナギ目とが考えられる．肛門の位置や筋肉節数は前者との類縁を，孵化直後の仔魚の魚体前部にある複雑な嚢と頭部から脊索始部にかけての構造はウナギ目との類縁を示唆しているようである．

ダツ目 Belonida

この目に属する魚の多くのものは卵膜に纏絡糸を有する沈性卵を産む．しかし，沖合生活に適応したものでは浮性卵を産む種類があり，Murray and Hjort (1912), Delsman (1924), Bruun (1935) および今井（1958, '59）等によつて報告されている．

筆者は未だこれらの天然浮性卵を採集，飼育したことはないが，山口県立水産高校の川崎正美氏より固定保存された標本の貸与を受けた．これらの卵は特異な形態を有するもので，固定保存した材料でも容易に所属を知り得る．ここには図と簡単な記載とを掲げる．

記載した2種はいずれも1957年8月1日に大東島北東で採集されたものである．

サヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes) (Pl. 34, figs. 3, 4)

卵径1.72 mm，油球はない．卵膜の表面には長さ 0.065～0.08 mm の小突起が半球面上に約50本ある．突起の基部の幅は 0.017 mm，先端は細く尖る．採集時には胚皮が卵黄の1/2を掩い，胚体原基が現われていた．

今井によれば卵径 1.8～2.1 mm，突起の長さ 0.08～0.12 mm，半球面上の数は 37～60 個．九州南方海域には 5～7 月に卵が出現すると云う．

トビウオ亜目の1種，No. 1 (Pl. 34, figs. 1, 2)

卵径 1.82 mm，退化糸状糸は前種より長く，0.70～0.83 mm，基部の幅は 0.017 mm，途中に分節があり，数は 40～80 本．直径 0.03～0.08 mmの油球様のものが約 10 個見られたが，固定保存による異常現象かも分らない．採集時に約 20 筋節期にあつたが，色素胞は現われていない．トビウオ類の1種と思われる．

ヨウジウオ目 Syngnathida

この目の魚の産卵習性には変つたものが多い．浮性卵を産むものは，現在までのところ，ヤガラ科 Fistulariidae だけしか知られていない．

Delsman (1921) は Java Sea からアオヤガラの卵および仔，稚魚を報告している．

筆者は 1954 年 5 月10日に，男女群島の女島ブリ漁場で漁獲された全長 160 cm のアカヤガラの熟卵を検し，浮性であることを確めた．

アオヤガラ *Fistularia villosa* Klunzinger

Delsman によれば卵径 1.50～1.70 mm，卵膜は内外 2 膜に分れ，外膜は厚く，強靱である．卵黄に亀裂はなく，卵膜腔は狭い．油球はない．

放卵は早朝に行なわれ，放卵後 2 日には胚体は卵内の 3/4 を回り，卵黄上に黒色素胞が現われる．3 日後には卵内を一周以上し，4 日後に孵化する．

孵化直後の仔魚は全長約 6 mm，頭部腹面から卵黄の下側，腹膜鰭縁辺（前，後共）および尾部腹面には多数の樹枝状黒色素胞があり，尾端では背面にも分布している．体の前方の筋肉節の上下縁には小棘が認められるが，後方にゆくに従い不明瞭になる．筋肉節数は 50＋32＝82.

孵化後 2 日の仔魚は全長 6.5 mm に達し，卵黄をほぼ吸収し尽す．

アカヤガラ *Fistularia petimba* Lacépède (Pl. 34, figs. 5–11)

前述の熟卵は径 2.04～2.09 mm．本種の天然浮性卵は九州近海には 5～7 月にかなり多く出現すると思われる．ただ固定保存した卵の多くが発生のごく初期にあるため確言出来ない．この時期の表面海水温は 20.0～24.0°C である．

天然浮性卵は径 1.80～2.10 mm，卵膜は一重，特殊な構造はない．卵黄は亀裂せず，卵膜腔は狭い．油球はない．採集時の発生段階から考えて，放卵は早朝に行なわれるものと思われる．

1954 年 5 月 26 日午前 8 時 30 分に玉之浦で得た卵は，採集直後に 4 細胞期にあり，17～22°C の水温で 5 時間後に Morula 期 (fig. 5)，29 時間後に嚢胚期 (fig. 6) に達し，60時間後には胚皮は卵黄のほぼ 2/3 を掩い，眼胞が分化し，9 個の筋肉節が現われ，Kupffer 胞も認められた (fig. 7)．84 時間後にはすでに胚孔が閉じ，筋肉節 30 個が認められた

(fig. 8). 120時間後には胚体は卵内の2/3を回つたが，色素胞は現われていなかつた (fig. 9). この状態から間もなく死んだ.

1956年6月12日午前8時に屋久島付近で採集した卵は32細胞期にあつた. その後の発生の大部分を船上で過したため詳細は不明であるが，24～28℃ の水温で採集後30時間に胚孔を閉じ，6日後には胚体は卵内を1 1/4周し，点状の黒色素胞が胚体と卵黄上とに多数現われ，点状の黄色素胞が胚体上に散在していた (fig. 10). この状態から11時間後に孵化した. 孵出孔の形は不明.

孵化直後の仔魚 (fig. 11) は全長 7.08 mm，卵黄は大きく，細長く，その後端は体の中央より後方に達する. 肛門は体の後方から1/3の辺に開く. 体表に顆粒構造が発達する. 胸鰭は大きく，眼も黒いが，口は未だ開いていない. 点状黒色素胞は卵黄全表面に散在し，体の腹面には耳嚢下から尾端まで並び，消化管下面にも見られる. 尾部後方の腹膜鰭内にも，体の腹面に近く，樹枝状胞が約20個散在する. 黄色素胞は塊状または点状で，前頭部から尾部中央までの体の背面に散在している. 筋肉節数は53+33=86.

本種の孵化直後の仔魚にはアオヤガラに見られる棘状物がなく，腹膜鰭内の黒色素胞も数が少なく，縁辺よりも体の腹面近くに分布する.

文 献

Ahlstrom, E. H., 1942. Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. U. S. Fish and Wildlife Serv. Spec. Sci. Rept., (23) : 26pp.

浅見忠彦，1953. イワシ類の卵巣卵に関する研究. 日水会誌，**19**(4) : 398–404.

————，1953. カタクチイワシの浮游卵に関する研究. 南海区水研業績，(1) : 1–7.

Bapat, S. V., 1955. A preliminary study of the pelagic fish eggs and larvae of the Gulf of Mannar and the Palk Bay. Indian J. Fish., **11**(1) : 231–255.

Bolin, R. L., 1936. Embryonic and early larval stages of the California anchovy, *Engraulis mordax* Girad. Calif. Fish and Game, **22**(4) : 314–321.

Bruun, A. F., 1935. Flying-fishes (Exocoetidae) of the Atlantic. Systematic and biological studies. Carlsberg Foundation's Oceanogr. Exped. Round the World 1928–30, **2**(6) : 11–108, 7 pls.

Dakin, W. J. and A. N. Colefax, 1934. The eggs and early larval stages of the Australian pilchard-*Sardinia neopilchardus* (Steind.). Rec. Aust. Mus. : 136–140, 1 pl.

Davies, D. H., 1954. The South African Pilchard (*Sardinops ocellata*). Development, occurrence and distribution of eggs and larvae, 1950–51. Union of South Africa, Dept. Comm. Div. Fish. Invest., (15) : 5–28.

Delsman, H. C., 1921. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 1. *Fistularia serrata* Cuv. Treubia, **2**(1) : 97–108.

————，1922. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 2. *Chirocentrus dorab* (Forsk.). Ibid., **3**(1) : 38–46.

————，1924. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 3. A pelagic scomberesocid egg. Ibid., **5**(4) : 408–418.

————，1925. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 4. *Dussumiera hasseltii* (Blkr.). Ibid., **6**(3–4) : 297–307.

————，1926. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 7. The genus *Clupea*. Ibid., **8**(3

-4) : 218–239.

———, 1926. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 8. *Dorosoma chacunda* (H. B.). Ibid., **8**(3–4) : 389–394.

———, 1929. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 12. The genus *Engraulis*. 13. *Chanos chanos* (Forsk). Ibid., **11**(2) : 275–286.

———, 1929. The study of pelagic fish eggs. Fourth Pacific Sci. Congr.. Batavia(Java) : 1–7, 9 pls.

———, 1930. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 14. The genus *Pellona*. 15. On *Chirocentrus hypselosoma* and *dorab*. Treubia, **12**(1) : 37–50.

———, 1931. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 17. The genus *Stolephorus*. Ibid., **13**(2) : 217–243.

———, 1932. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 19. The genus *Setipinna*. 20. The genus *Coilia*. Ibid., **14**(1) : 109–116.

———, 1933. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 21. Eel eggs, 22. *Clupeoides lile* (C. V.). 23. A few more Clupea-eggs. Ibid., **14**(2) : 237–254.

———, 1938. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 24. Myctophoidea. Ibid., **16**(3) : 415–420.

Eigenmann, C. H., 1902. The egg and development of the conger eel. Bull. U. S. Fish. Comm., **21** : 37–44.

Grassi, G. B., 1913. Metamorfosi dei Murenoidi. Ricerche sistematiche ed ecologiche. Jene, 211 pp., 15 pls.

Hattori, S., Watanabe, T. and T. Okutani, 1957. Fish larvae and eggs in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanogr. Works in Japan, Special Number (s.n.) : 143–158.

今井貞彦, 1958. →内田・他, 1958.

———, 1959. 日本近海産トビウオ類生活史の研究—I. 鹿大水産学部紀要, 7 (別冊) : 1–85, 41 pls.

伊東祐方・渡辺[illegible]春・西村三郎・笠原昭吾, 1954. 能登海域におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動. 日水研年報, (1) : 1–16.

———, 1958. マイワシの孵化時間と水温との関係. 同誌, (4) : 25—31.

———. 笠原昭吾, 1958. 海流封筒の漂着状況からみた日本近海におけるマイワシ卵・稚仔の移行—I. 同誌, (4) : 65–76.

John, M. A., 1951. Pelagic fish eggs and larvae of the Madras Coast. J. Zool. Soc. India, **3**(1) : 38–66.

Jones, S. and P. M. G. Menon, 1951. Observations on the life-history of the Indian shad, *Hilsa ilisha*(Hamilton). Proc. Ind. Acad. Sci., **33**(3): 101–125.

——— • ———, 1952. Observations on the life-history, bionomics of gagetic anchovy, *Setipinna phasha* (Hamiltom). J. Zool. Soc. India, **3**(2) : 323–333.

——— • ———, 1952. Observations on the development and systematics of the fishes of the genus *Coilia* Grey. Ibid., **4**(1) : 17–36.

———and V. R. Pantulu, 1955. On some Ophichthyid larvae from the Indian coastal waters. Indian J. Fish., **2**(1) : 57–66.

神谷尚志, 1916. 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚児. 水講試報, **11**(5) : 1–92, 5 pls.

———, 1925. 館山湾に於ける浮游性魚卵並に其稚仔 (第三報). 北陸沿岸に於ける浮性魚卵並に其稚仔. 同誌, **21**(3) : 71–106, 3 pls.

小林久雄, 1944. 真鰯卵人工孵化の研究. 海洋の科学, **4**(7) : 33-38.

Kuntz, A. and L. Radcliffe, 1917. Notes on the embryology and larval development of twelve teleostean fishes. Bull. Bur. Fish., **35**(849) : 89-134.

桑谷幸正・古旗喜太夫・船田秀之助, 1956. コノシロの生態学的研究-I. 産卵期と人工授精による卵発生について. 水産増殖, **4**(3) : 31-37.

――・――・岩見喜作・船田秀之助, 1958, コノシロの生態学的研究-IV. 産卵期と人工授精による卵発生（追補）及び, 産卵場について. 同誌, **6**(1) : 29-35.

Miller, D. J., 1952. Development through the prolarval stage of artificially fertilized eggs of the pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Calif. Eish and Game, **38**(4): 587-595.

水戸敏, 1960. 日本近海に出現する浮游性魚卵および孵化仔魚の検索. 九大農学芸誌, **18**(1) : 71—94, 16 pls.

Murray, J. and J. Hjort, 1912. Depths of the ocean. 821 pp. London.

Nair, R. V. and B. S. Bhimachar, 1950. On some eel eggs and larvae from the Gulf of Mannar. Proc. Ind. Acad. Sci., **31**(6) : 331-338.

――, 1952. Studies on some fish eggs and larvae of the Madras plankton. Ibid., 35 : 181-208.

中井甚二郎, 1948. マイワシとコノシロの浮游卵の判別. 日水会誌, **13**(4) : 141-142, 149.

――・本城康至・服部茂昌・渡辺泰輔・木立孝・奥谷喬司・工藤盛徳・梅田喜一・久保雄一, 1957. 1956年11月鹿島灘における海洋生物およびその放射能調査結果. 日本原研保健物理部, 昭和31年東海村海洋生物及び放射能調査報告書 : 3-79, 5 pls.

Nakai, Z., Hattori, S., Honjo, K., Watanabe, T., Kidachi, T., Okutani, T., Umeda, K. and S. Kudoh, 1957. A preliminary report on the biological survey in the "Kuroshio" area, south of Honshu, June-July 1955. Rec. Oceanogr. Works in Japan(s. n.): 159-196.

西川藤吉, 1901. ひしこ調査報告. 水調報, **10**(1) : 1-30.

――, 1903. いわしの発生. 同誌, **12**(12) : 1-5.

Nishimura, S., 1957. Vertical distribution of the floating eggs of *Maurolicus japonicus* Ishikawa, a gonostomatid fish, in the sea. Ann. Rept. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., (3) : 13-22.

西村三郎, 1957. 浮游深度によるマイワシ卵の 発生速度の相違について, 日生態会誌, **7**(2) : 77-80.

――, 1957. 日本近海産"マクラルス卵"の分類学的所属について. 日本海区水研年報, (3) : 1-11.

――, 1958. ネット採集によるプランクトン標本中にみられるマイワシ卵の卵黄崩壊現象とそれに関連した 2, 3 の問題. 同誌, (4) : 87-103.

――, 1959. 1955年春季能登半島近海におけるキュウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態. 同誌, (5) : 61-75.

野中英夫・花淵信夫, 1957. ハモ属の資源生物学的研究第4報ハモ *M. cinereus* の生殖について. 西海区水研報告, (11) : 82-87.

岡田立三郎, 1955. マエソの研究. 東海・黄海における底魚資源の研究（2). 西海区水研1954年度研究経過報告 : 21-30.

大滝英夫, 1955. ハモの研究. 東海・黄海における底魚資源の研究（2). 西海区水研1954年度研究経過報告 : 31-49.

Sanzo, L., 1931. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei ; Stomiatoidae. Fauna e Flora del Golfo di Napoli, Monogr., **38** : 81-92.

Schmidt, J., 1913. On the identification of muraenoid larvae. In their early("preleptoceph-

aline") stages. Medd. Komm. Havunders. Ser. Fiskeri, **4**(2) : 1–13, 1 pl.

————, 1916. On the early larval stages of the fresh-water eels (*Anguilla*) and some other north Atlantic muraenoids. Ibid., **5**(4) : 1-20, 4 pls.

Shimomura, T. and H. Fukataki, 1957. On the year round occurrence and ecology of eggs and larvae of the principal fishes in the Japan Sea–1. Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., **6** : 155–290.

高井　徹，1959. 日本産重定ウナギ目魚類の形態，生態および増殖に関する研究．水講研報，**8**(3) : 209-555, 14pls.

高尾亀次，1953. 紀伊水道域のミツエソ *Saurida elongata* について，内海区水研報告，4 : 61-74.

多々良薫，1953. 紀伊水道域のマエソ属について．内海区水研報告，4 : 33-60.

————，1953. 紀伊水道域のハモ *Muraenesox cinereus* (Forskål) について (1)．同誌，4 : 107–117.

内田恵太郎，1932. ハモ，マアナゴ其の他数種の本邦産無足魚類の変態に就いて．動雑，**44**(519–520) : 23–24.

————，1958. 魚の生活史 (4)．自然，**13** (12) : 22—30.

————・道津喜衛，1958. 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概説．水産庁対馬暖流開発調査報告書第2輯（卵・稚魚・プランクトン篇）: 3-65.

————・今井貞彦・水戸敏・藤田矢郎・上野雅正・庄島洋一・千田哲資・田福正治・道津喜衛，1958. 日本産魚類の稚魚期の研究　第1集．九大農水産学第二教室，viii+89, 86 pls.

Vijayaraghavan, P., 1957. Studies on fish-eggs and larvae of Madras Coast. Univ. Madras, 79 pp.

Weber, M. and L. F. deBeaufort, 1913. The fishes of the Indo-Australian Archipelago. II. Malacopterygii, Myctophoidea, Ostrariophysi : 1 Siluroidea. xx+404pp., 1 pl., Leiden.

矢部　博，1938. 錦江河口に於けるヒラ *Ilisha elongata* の産卵に就いて．日水会誌，**6**(5) : 266–268.

————，1941. マエツ *Coilia mystus* の産卵に就いて．植動，**9**(7) : 21—23.

山田試筆，1958. 大村湾内カタクチイワシの産卵生態．長崎大学水産学部報告，(6) : 68–73.

横田滝雄・浅見忠彦，1956. 昭和28年度鰯資源協同研究経過報告．南海区水研，117 pp.

吉田　裕，1932. ウルメイワシの生活史に就いて．楽会，**27**(2) : 21–33.

————，1937. コノシロ *Clupanodon punctatus* (Temminck et Schlegel) のシラス期に就いて．日水会誌，**6**(1) : 39–42.

Résumé

In the previous paper the author gave the keys to the pelagic fish eggs and hatched larvae found in the adjacent waters of Japan. For the convenience of the usage of the keys, the figures and descriptions of the egg development and hatched larvae of identifiable species will be given in the present and following papers of this series, excepting the figures of some species which the author could not observe.

In the present series are contained 48 species belonging to the orders or suborders Clupeina, Chanina, Stomiatina, Myctophida, Anguillida, Belonida and Syngnathida. The general characteristics of the pelagic eggs and hatched

larvae belonging to the above mentioned orders or suborders are as follows:

Clupeina. *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel), *Anodontostoma chacunda* (Buchanan-Hamilton), *Etrumeus micropus* (Temminck et Schlegel), *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel), *Ilisha elongata* (Bennet), *Engraulis japonica* (Houttuyn), *Stolephorus zollingeri* (Bleeker), *S. indicus* (Van Hasselt), *Thrissa mystax* (Bloch et Snyder), *Setipinna taty* (Cuvier et Valenciennes), *Coilia mystus* (Linné), *Chirocentrus dorab* (Forskål) and *C. hypselosoma* Bleeker are known from Japanese waters as well as from the Java Sea. The shape of the egg is ellipsoidal in the species belonging to the subfamily Stolephorinae and globular in other species. The diameter of the egg ranges 0.7–2.5 mm. The perivitelline space is wide or narrow. The egg membrane of most of the species is smooth, without any conspicuous structure or glistening, but some species have a minute appendage or hexagonal mesh structure on the egg membrane. The yolk is segmented as far as known. The oil globule is absent or present. The hatched larva is elongate, having more than 40 myotomes and the anus is situated far backwards. During the course of the egg and larval development only the melanophores appear.

Chanina. *Chanos chanos* (Forskål) is known from the Java Sea. The egg and hatched larva are quite similar to those of clupeid fishes.

Stomiatina. *Maurolicus japonicus* Ishikawa and *Chauliodus sloani* Schneider are known from Japanese waters. The egg of *M. japonicus* is globular and coated with a confetto like gelatinous substance, measuring 1.29–1.82 mm in diameter including the envelope and 0.87–1.17 mm without the envelope. The perivitelline space is narrow. The yolk is roughly segmented and contains an oil globule measuring 0.22–0.28 mm in diameter. The egg of *C. sloani* is large, measuring 2.04–2.52 mm in diameter, the perivitelline space being wide. The yolk is 1.40–1.52 mm in diameter, segmented and without oil globule. During the course of egg development no pigment appears in *M. japonicus*, but in *C. sloani* about 10 dendritic melanophores appear in the caudal marginal fin. The number of myotomes of hatched larva is 31–37 in *M. japonicus* and 58–61 in *C. sloani*.

Myctophida. Eight species belonging to the family Synodontidae, *Harpodon nehereus* (Hamilton-Buchanan) and 2 species probably belonging to this order are known from Japanese waters and the Java Sea.

The egg of Synodontidae is globular, measuring 1.0–1.3 mm in diameter. The perivitelline space is narrow. The yolk is not segmented, without oil globule. The egg membrane is something thick and with hexagonal mesh structure, measuring 0.03–0.05 mm in diameter of the mesh in *Synodus variegatus* (Lacépède), *Trachinocephalus myops* (Schneider), *Saurida undosquamis* (Richardson),

S. tumbil (Bloch) and 2 other species probably belonging to this family, but it is thin, smooth without any conspicuous structure in *Saurida elongata* (Temminck et Schlegel) and closely related to 2 other species. The hatched larva is more or less elongate with 49–66 myotomes and the anus is situated far backwards or near the middle of the body. During the course of the egg and larval development only the melanophores appear, and they late unite into 3–5 in number and settle themselves near the ventral median line. The egg of 2 species seemingly belong to this order (Myctophida No. 1, 2) is globular, measuring 1.12–1.37 mm in diameter, and bears numerous short appendages on the egg membrane, about 85–90 or 200–250 in hemisphere respectively. The perivitelline space is narrow. The yolk is not segmented, containing 2–10 oil globules in the early developmental stage, but they unite into a single globule measuring 0.21–0.27 mm during the course of the egg development. Melanophores and xanthophores appear on the yolk surface as well as on the embryonal body. The hatched larva is elongate in shape with 55–64 myotomes, and the anus is situated at the posterior part of the body.

Anguillida. *Muraenesox cinereus* (Forskål), Ophicthidae No. 1–6, Anguillida No. 1–9 and a single species probably belonging to this order are known from Japanese waters. The egg is globular, large, measuring 1.60–4.80 mm in diameter, with wide perivitelline space. The yolk is segmented. The oil globule is present or absent. The egg membrane is smooth, without any conspicuous structure and glistening. The hatched larva is elongate and compressed, with more than 100 myotomes. Some species is provided with 3–5 larval teeth on each side of both the upper and lower jaws.

The eggs of apodal fish can be divided into two groups according to the presence or absence of the large melanophores situated along the ventral median line of the hatched larva. The larvae with large melano-phores seem to belong to the family Ophichthidae.

Belonida. *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes) and Exocoetidae No. 1 are known from southern waters of Japan. The egg is globular and considerably large, measuring 1.82–2.1 mm in diameter. The perivitelline space is narrow. The yolk is not segmented, lacking oil globule; 40–80 rudimentary tendrils are seen on the whole surface of the egg membrane.

Syngnathida. *Fistularia villosa* Klunzinger and *F. petimba* Lacépède are known from the Java Sea and southern waters of Japan. The egg is somewhat large, measuring 1.50–2.09 mm in diameter. The perivitelline space is narrow. The egg membrane is smooth without any conspicuous structure, but *F. villosa* has double egg membrane. The yolk is not segmented without oil globule. During

the course of the egg development melanophores and xanthophores appear on the yolk surface and on the embryonal body. The hatched larva is moderately elongate with 82–86 myotomes, and the anus is situated at the posterior part of the body.

As has already been pointed out, the proportional size of various parts of the body and pigmentation of the hatched larvae change rapidly during the course of larval development. Therefore in the present paper, the larvae observed just after hatching are called "larva just hatched," and those of which the author could not determine the exact hatching period but seem to be in the stage within several hours after hatching are called "larva newly hatched."

Fisheries Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University

Explanation of Plate 20

コノシロ *Konosirus punctatus* (Temminck et Schlegel)

Fig. 1. Pelagic egg, 31–myotome stage, 3 h 50 m after collecting, 6～7 h before hatching, 1.54 mm in diameter, oil globule 0.12 mm (24～24.5°C).

Fig. 2. Empty egg capsule.

Fig. 3. Larva just hatched, 3.76 mm in total length, myotomes 39+14=53.

ウルメイワシ *Etrumeus micropus* (Temminck et Schlegel)

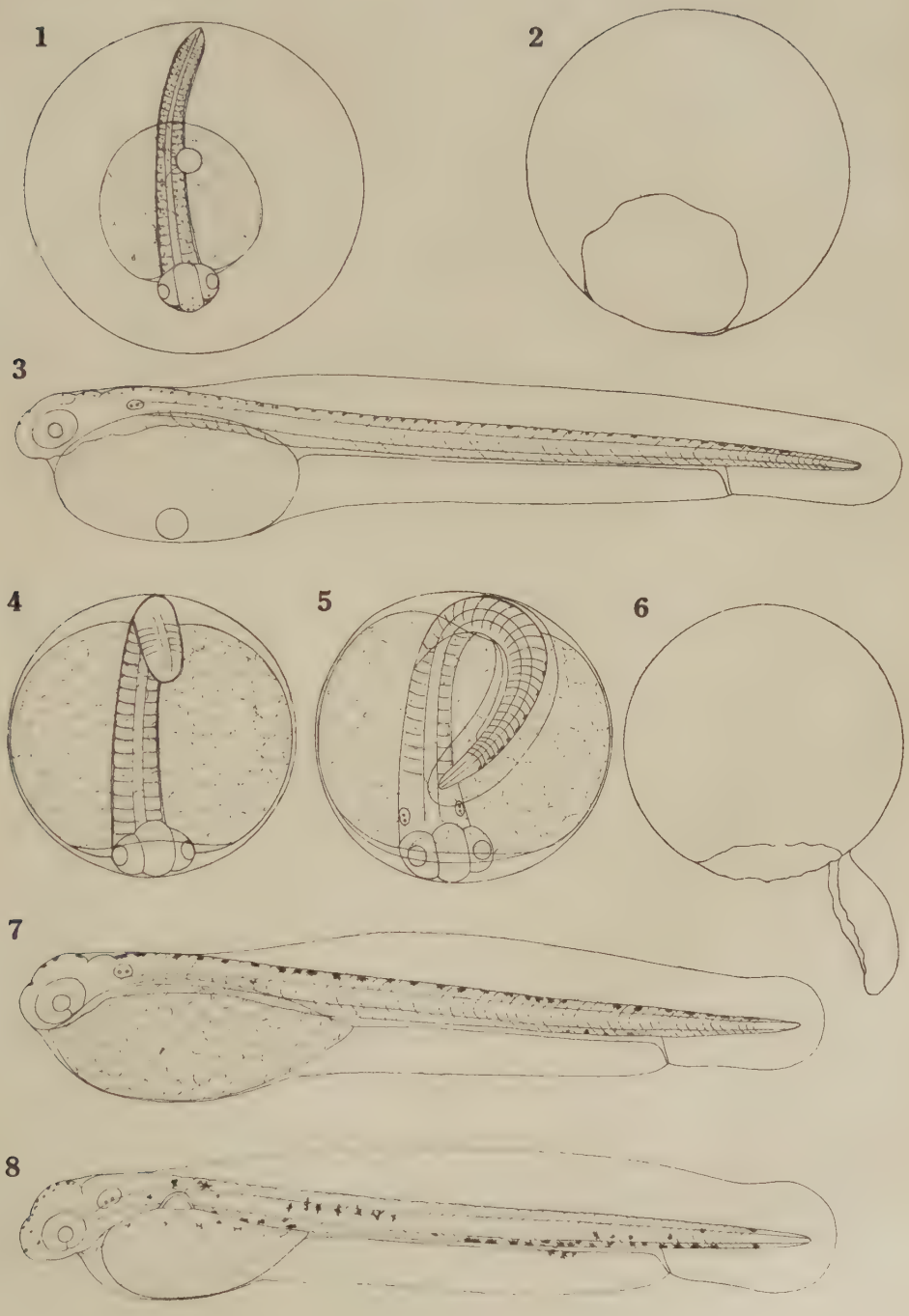
Fig. 4. Pelagic egg, 2h 30 m after collecting, 1.32 mm in diameter.

Fig. 5. 19 h after, 12～15 h before hatching (18.8～21.4°C).

Fig. 6. Empty egg capsule.

Fig. 7. Larva just hatched, 4.84 mm in total length, myotomes 42+12=54.

Fig. 8. Larva 1 day old, 5.72 mm in total length, myotomes 43+11=54.


1
2
3
4
5
6
7
8

Explanation of Plate 21

マイワシ *Sardinops melanosticta* (Temminck et Schlegel)

Fig. 1. Pelagic egg, 9–myotome stage, 6 h after collecting, 1.60 mm in diameter, oil globule 0.16 mm.

Fig. 2. Lens formation, 15 h after.

Fig. 3. Appearance of melanophores, 20 h after.

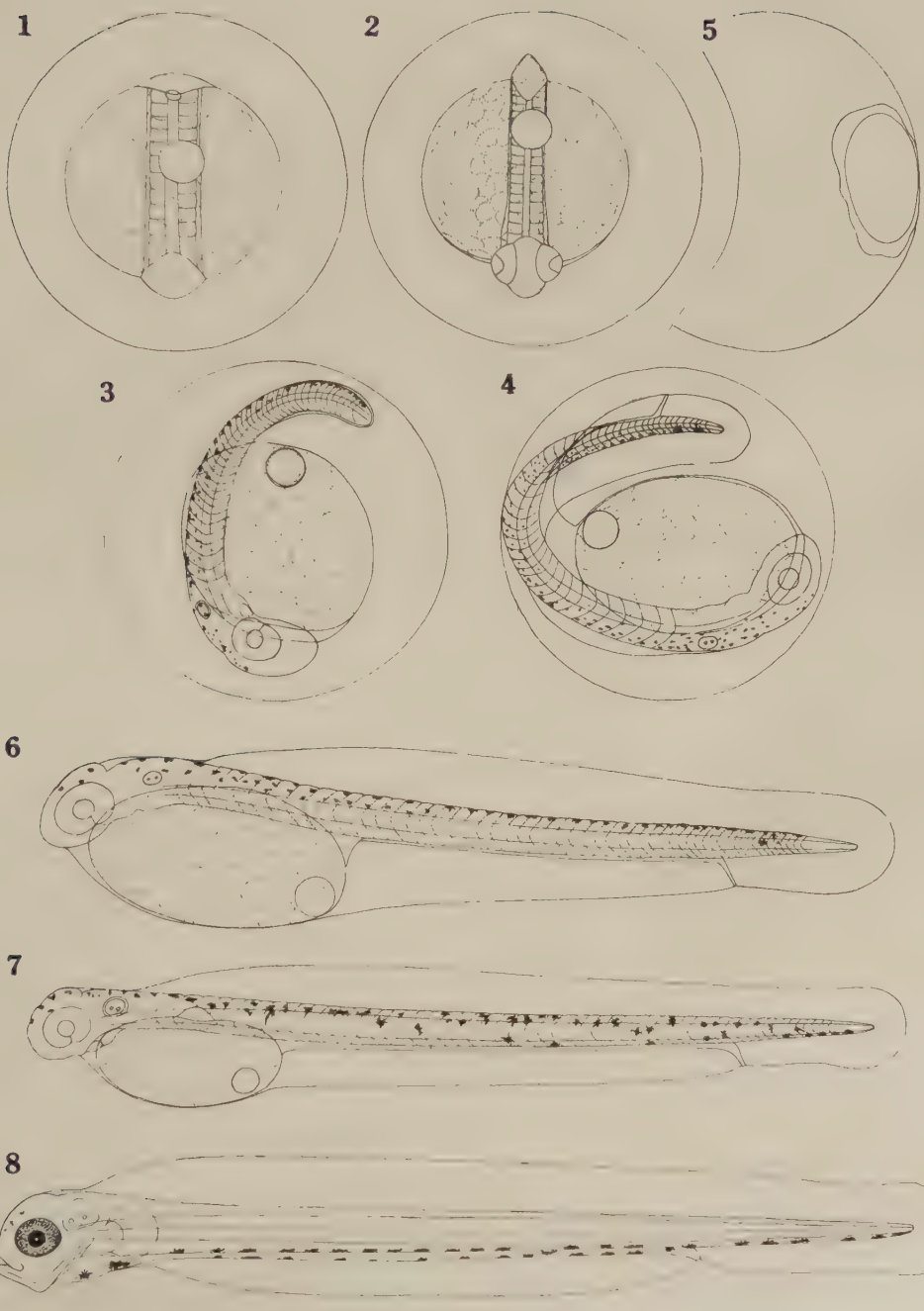
Fig. 4. 5～8 h before hatching, 23 h 30 m after (18°C).

Fig. 5. Empty egg capsule.

Fig. 6. Larva just hatched, 3.81 mm in total length, myotomes 41+13=54.

Fig. 7. Larva 1 day old, 5.00 mm in total length, myotomes 42+12=54.

Fig. 8. Larva 2.5 days old, 5.80 mm in total length.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 22

カタクチイワシ *Engraulis japonica* (Houttuyn)

Fig. 1. Pelagic egg, morula stage, 1 h after collecting, 1.41×0.66 mm in diameter.

Fig. 2. 13-myotome stage, 23 h after.

Fig. 3. 31-myotome stage, 36 h after.

Fig. 4, 4′. 44-myotome stage, 42 h 40 m after.

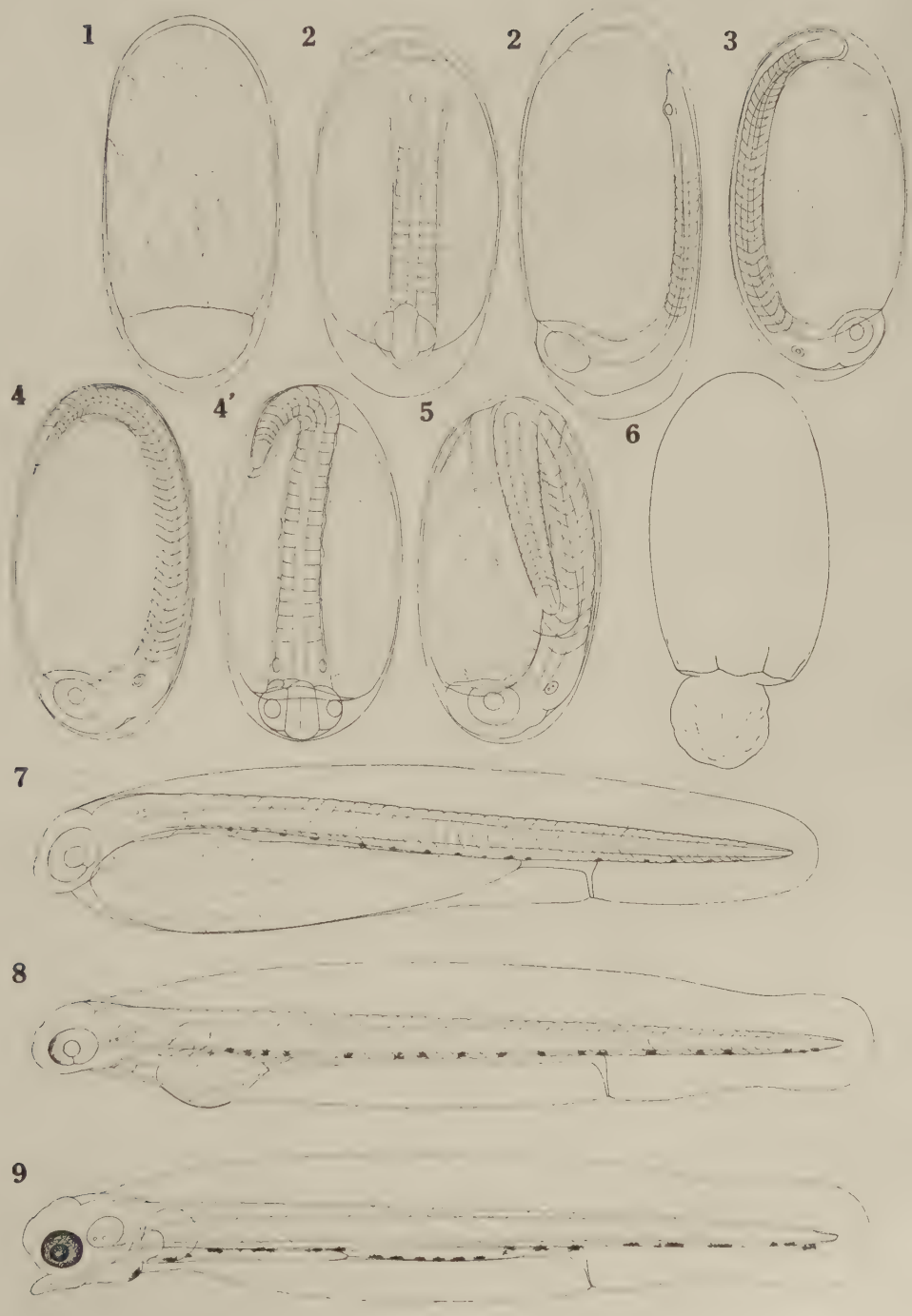
Fig. 5. Just before hatching, 50 h 40 m after (16～19°C).

Fig. 6. Empty egg capsule.

Fig. 7. Larva 3～5 h after hatching, 3.02 mm in total length, myotomes 30+16=46.

Fig. 8. Larva 1 day old, 4.15 mm in total length, myotomes 30+14=44.

Fig. 9. Larva 4 days old, 4.35 mm in total length.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 23

Synodontidae No. 2 アカエソ *Synodus variegatus* (Lacépède)?

Fig. 1. Pelagic egg, morula stage, 3 h after collecting, 1.13 mm in diameter, hexagonal meshes of the egg membrane 0.041～0.052 mm.

Fig. 2. Blastula stage, 10 h after.

Fig. 3. Embryo formation, 15 h after.

Fig. 4. 20-myotome stage, 25 h after.

Fig. 5. Lens formation, 30 h after.

Fig. 6. Heart formation, 34 h after, 28～35 h before hatching (28～32°C).

Fig. 7. Larva just hatched, 4.44 mm in total length, myotomes 45+17=62.

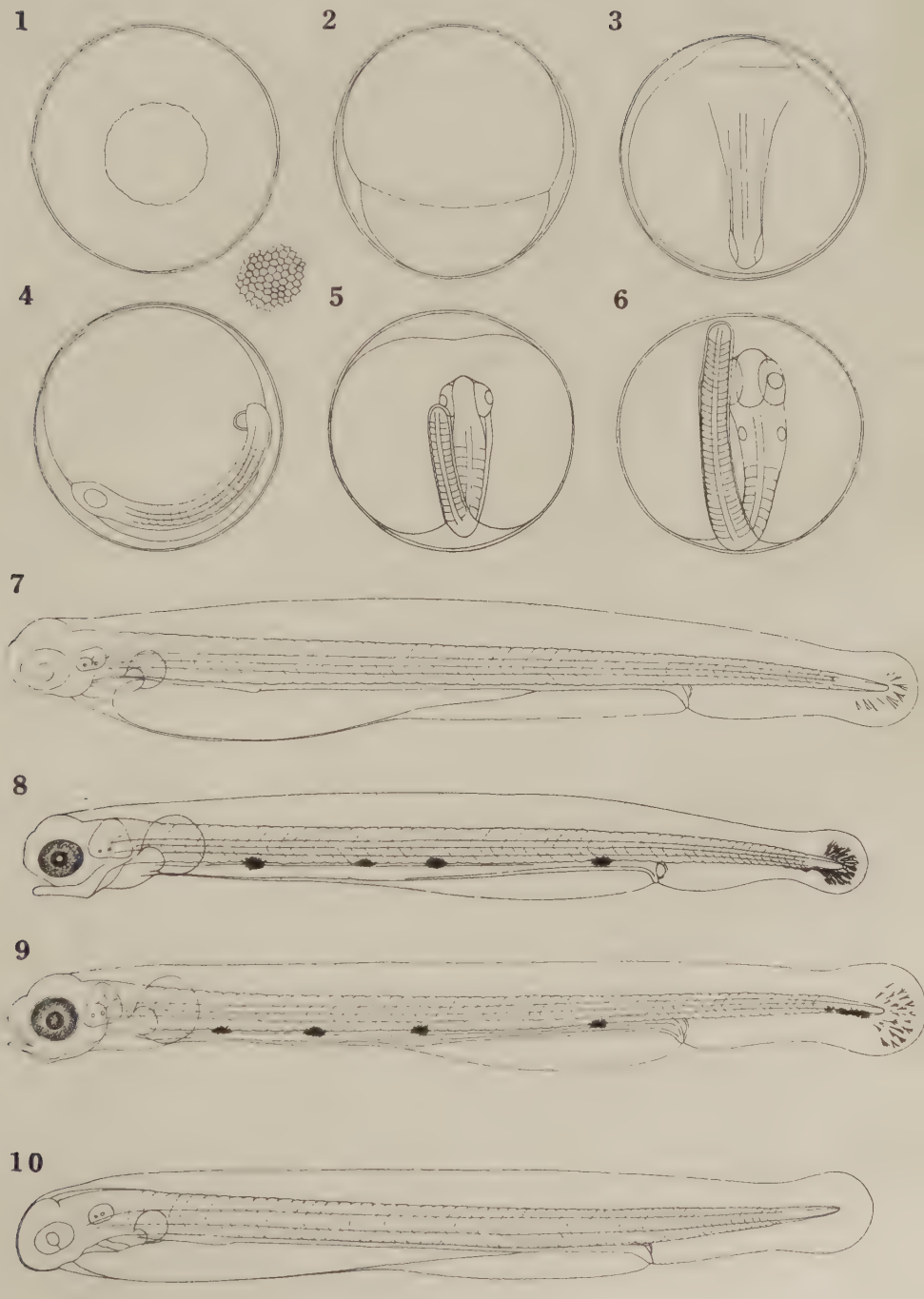
Fig. 8. Larva 1 day old, 4.33 mm in total length, myotomes 44+17=61.

Fig. 9. Larva 3 days old, 4.76 mm in total length, myotomes 46+15=61.

Synodontidae No. 1

(Egg diameter 1.05 mm, hexagonal meshes of the egg membrane 0.029～0.033 mm)

Fig.10. Larva just hatched, 3.66 mm in total length, myotomes 47+19=66.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 24

Synodontidae No. 3 ワニエソ *Saurida tumbil* (Bloch)?

Fig. 1. Pelagic egg, 4-cell stage, 2 h after collecting, 1.22 mm in diameter, hexagonal meshes of the egg membrane 0.040～0.058 mm.

Fig. 2. Morula stage, 2 h after collecting, 1.06 mm in diameter, hexagonal meshes of the egg membrane 0.040～0.060 mm.

Fig. 3. Shortly after the closure of the blastopore, 24 h after.

Fig. 4. Lens and ear vesicles formation, 32 h after.

Fig. 5. Appearance of melanophores, 58 h after, 26～28 h before hatching (25～27.5°C).

Fig. 6. Larva just hatched, 4.32 mm in total length, myotomes 35+18=53.

Fig. 7. Larva 28～30 h after hatching, 4.40 mm in total lengh, myotomes 34+19=53.

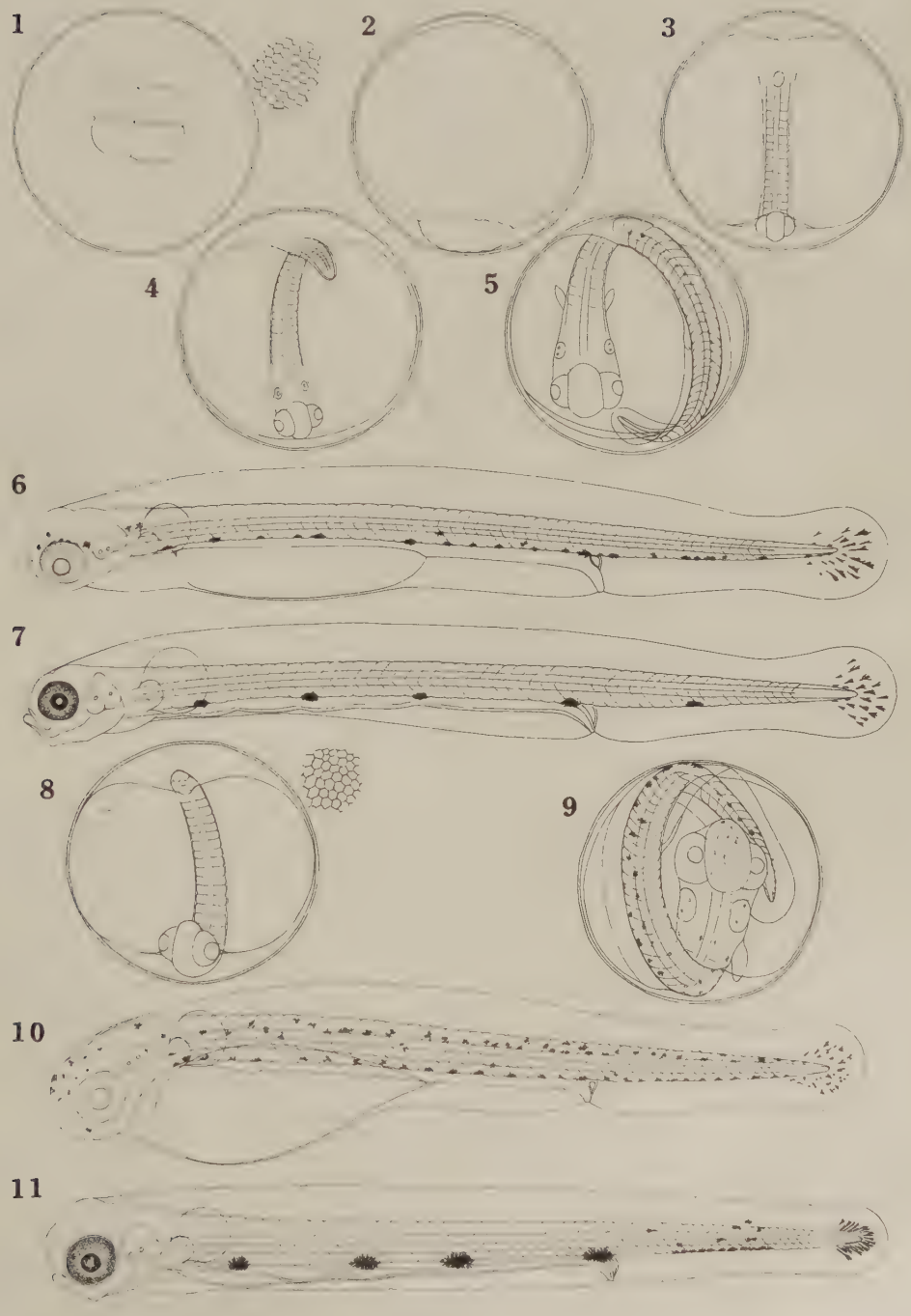
Synodontidae No. 4 オキエソ *Trachinocephalus myops* (Schneider)?

Fig. 8. Pelagic egg, 29 h after collecting, 1.13 mm in diameter, hexagonal meshes of the egg membrane 0.041～0.052 mm.

Fig. 9. Shortly before hatching, 108 h after (19～24°C).

Fig.10. Larva just hatched, 3.66 mm in total length, myotomes 33+20=53.

Fig.11. Larve 2 days old, 3.96 mm in total length, myotomes 33+21=54.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Explanation of Plate 25

Synodontidae No. 5

Fig. 1. Pelagic egg, 8 h after collecting, 1.16 mm in diameter, hexagonal meshes of the egg membrane 0.030～0.036 mm.

Fig. 2. 20 h after, about 3 days before hatching (24～25.4°C).

Fig. 3. Newly hatched larva, 4.56 mm in total length, myotomes 36+16=52.

トカゲエソ *Saurida elongata* (Temminck et Schlegel)

Fig. 4. Artificially fertilized pelagic egg, 7 h 40 m after insemination, 1.26 mm in diameter.

Fig. 5. 5-myotome stage, 30 h after.

Fig. 6. 82 h after, 20 h before hatching (22～30°C).

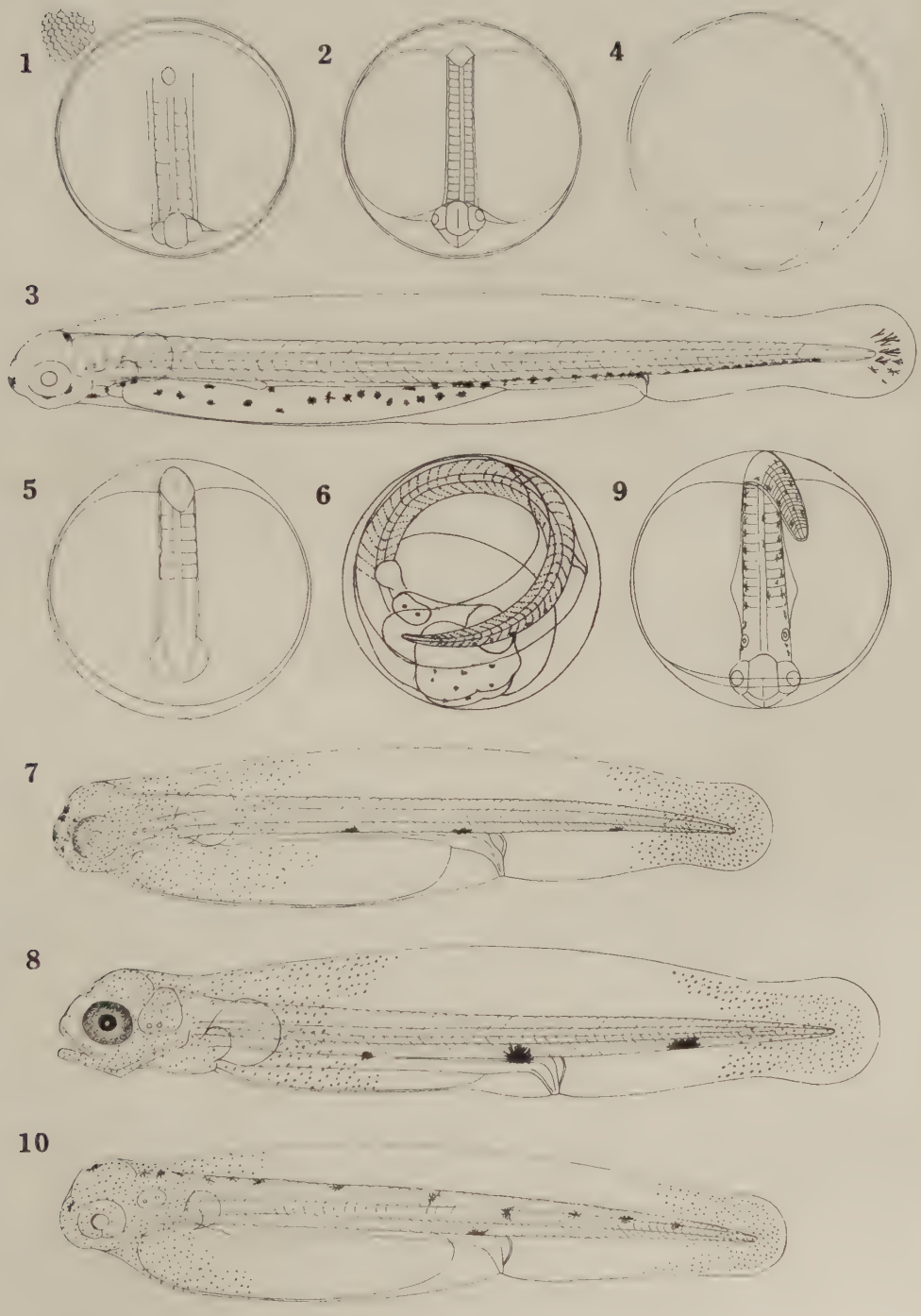
Fig. 7. Larva just hatched, 4.11 mm in total length, myotomes 32+28=60.

Fig. 8. Larva 1 day old, 4.30 mm in total length, myotomes 31+27=58.

Related species of *S. elongata* No. 1

Fig. 9. Pelagic egg, 2 h after collecting, 36～40 h before hatching, 1.24 mm in diameter (19～23°C).

Fig.10. Larva just hatched, 3.56 mm in total length, myotomes 31+26=57.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 26

Related species of *S. elongata* No. 2

Fig. 1. Pelagic egg, 24 h after collecting, 0.89 mm in diameter.

Fig. 2. 43 h after, 8 h before hatching (23～25.4°C).

Fig. 3. Larva just hatched, 2.97 mm in total length, myotomes 24+25=49.

Fig. 4. Larva 1 day old, 3.27 mm in total length, myotomes 24+25=49.

Fig. 5. Larva 2 days old, 3.27 mm in total length, myotomes 24+24=48.

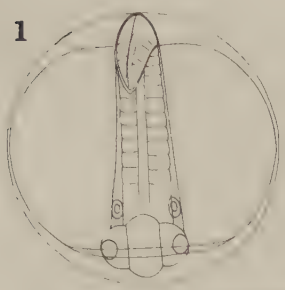
キュウリエソ *Maurolicus japonicus* Ishikawa

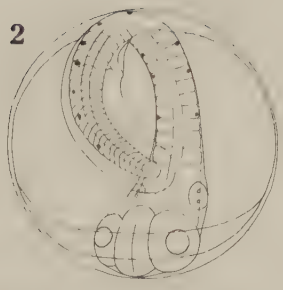
Fig. 6. Pelagic egg, 1.63 mm in diameter, oil globule 0.25 mm (drawn from preserved specimen).

ホウライエソ *Chauliodus sloani* Schneider

Fig. 7. Pelagic egg, 13-myotome stage, 5 h 20 m after collecting, 74～76 h before hatching, 2.12 mm in diameter (16～18°C).

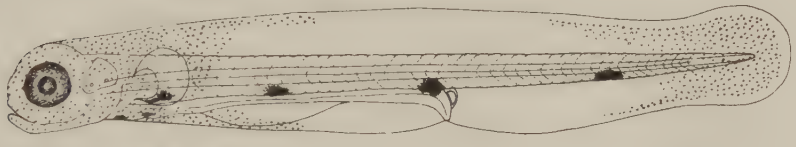
Fig. 8. Larva just hatched, 6.00 mm in total length, myotomes 52+9=61.

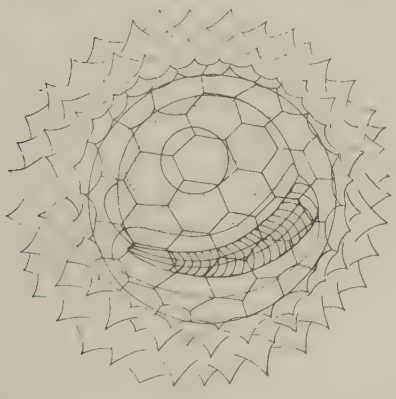

1

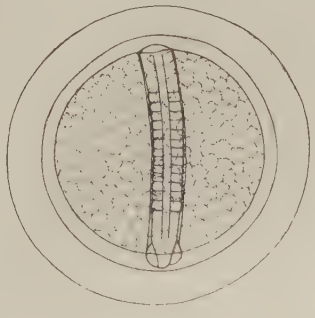

2

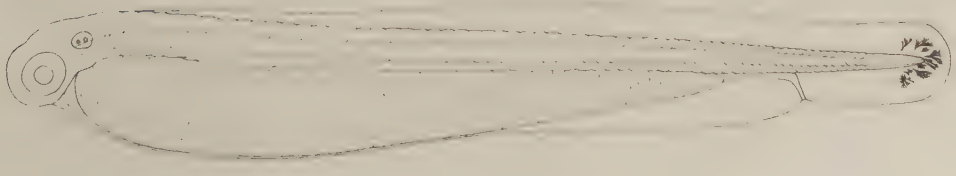
3

4


5


6


7


8

Explanation of Plate 27

Myctophida No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, embryo formation, 3 h after collecting, 1.37 mm in diameter, oil globules 0.03～0.15 mm, appendages of the egg membrane 0.06×0.15 mm.

Fig. 2. 12–myotome stage, 12 h 25 m after, oil globules 0.11～0.15 mm.

Fig. 3. Appearance of melanophores, about 40 h after, 32 h before hatching, oil globule 0.21 mm (22～23.2°C).

Fig. 4. Larva just hatched, 4.98 mm in total length, myotomes 36+28=64.

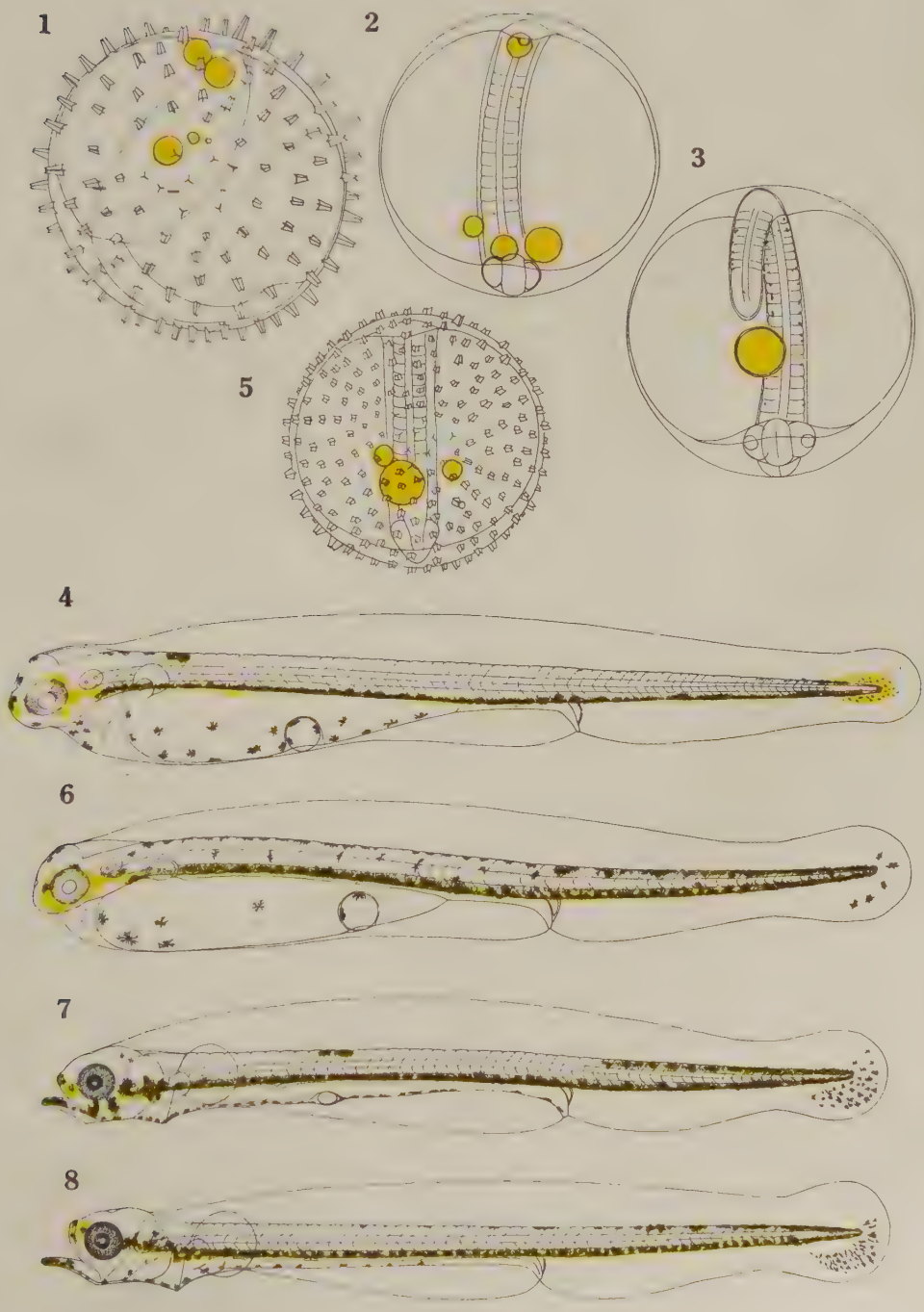
Myctophida No. 2

Fig. 5. Pelagic egg, 10–myotome stage, 5 h after collecting, 95 h before hatching, 1.19 mm in diameter, oil globules 0.02～0.21 mm, appendages of the egg membrane 0.05×0.06 mm (13～15°C).

Fig. 6. Larva just hatched, 4.80 mm in total length, myotomes 30+25=55.

Fig. 7. Larva 1.5 days old, 5.36 mm in total length, myotomes 31+23=54.

Fig. 8. Larva 7 days old, 5.35 mm in total length, myotomes 31+23=54.


1
2
3
5
4
6
7
8

Explanation of Plate 28

Ophichthidae No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, blastula stage, 1 h 30 m after collecting, 2.65 mm in diameter, oil globule 0.33 mm.

Fig. 2. 25 h 20 m after.

Fig. 3. 81-myotome stage, 77 h after, 100 h before hatching (20～23°C).

Fig. 4. Larve 506 h after hatching, 9.60 mm in total length, myotomes 57+ca. 70.

Ophichthidae No. 2

Fig. 5. Pelagic egg, 1 day after collecting, 5～11 h before hatching, 2.90 mm in diameter (27～28°C).

Fig. 6. Larva just hatched, 10.20 mm in total length, myotomes 74+ca. 75.

Fig. 7. Larva 4 days old, 13.20 mm in total length, myotomes 74+ca. 70.

日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 29

Ophichthidae No. 3

Fig. 1. Pelagic egg, about 80-myotome stage, 30 h after collecting, 3,77 mm in diameter, oil globules 0.08～0.10 mm.

Fig. 2. 114 h after, about 24 h before hatching (19～26°C).

Fig. 3. Larva just hatched, 12.02 mm in total length, myotomes 52+ca. 70.

Ophichthidae No. 4

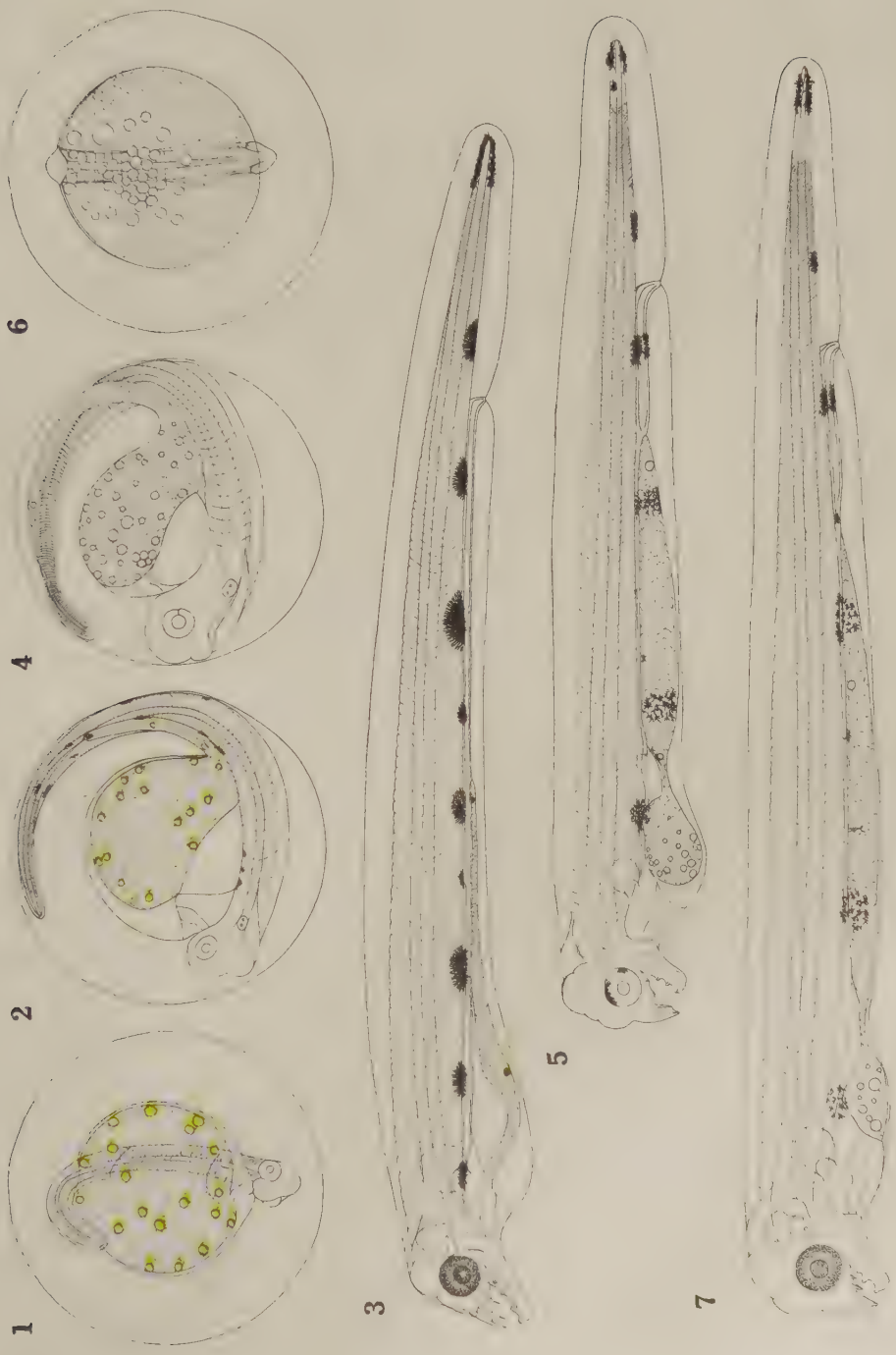
Fig. 4. Pelagic egg, 28 h after collecting, 35～37 h before hatching, 3.16 mm in diameter, oil globules 0.05～0.10 mm (24～29°C).

Fig. 5. Larva just hatched, 9.40 mm in total length, myotomes 85+ca. 110.

Ophichthidae No. 5

Fig. 6. Pelagic egg, 10-myotome stage, 8 h 30 m after collecting, about 80 h before hatching, 3.12 mm in diameter, oil globules 0.07～0.17 mm (24～32°C).

Fig. 7. Larva 1 day old, 10.98 mm in total length, myotomes 90+ca. 90.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 30

Ophichthidae No. 6

Fig. 1. Pelagic egg, 5-myotome stage, 2 h after collecting, 30 h before hatching, 2.20 mm in diameter, oil globules 0.04～0.13 mm (23.2～252°C).

Fig. 2. Larva 2.5 days old, 7.02 mm in total length, myotome 77+ca. 60.

Anguillida No. 1

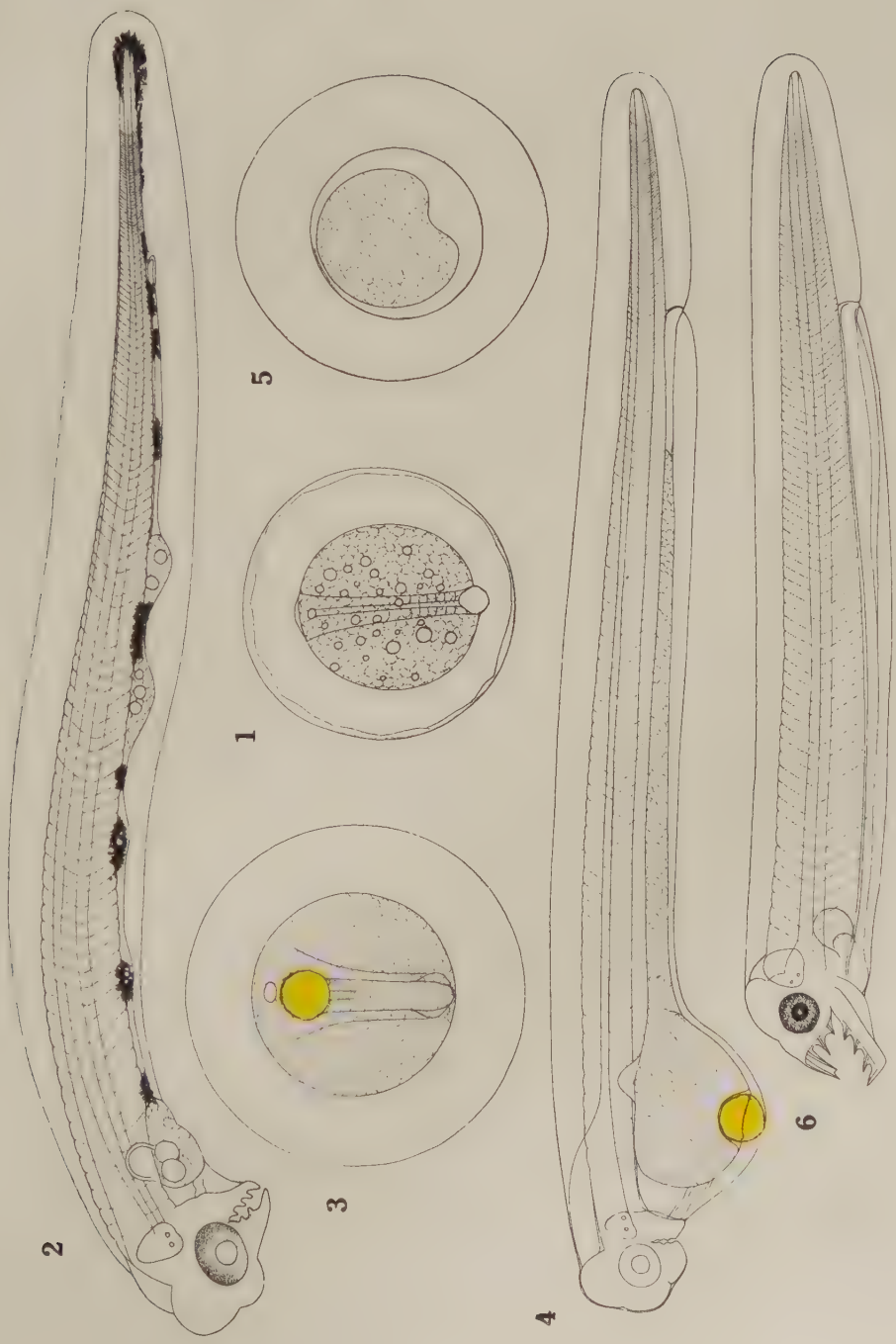
Fig. 3. Pelagic egg, just after the closure of the blastopore, 5 h 30 m after collecting, 7 days before hatching, 3.18 mm in diameter, oil globule 0.38 mm (14～20°C).

Fig. 4. Larva just hatched, 9.18 mm in total length, myotomes 72+ca. 60.

Anguillida No. 2

Fig. 5. Pelagic egg, blastula stage, 4 h after collecting, 4～5 days before hatching, 3.12 mm in diameter (24～31.6°C).

Fig. 6. Larva 1 day old, 9.18 mm in total length, myotomes 53+ca. 55.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 31

Anguillida No. 3

Fig. 1. Pelagic egg, 34-myotome stage, 36 h after collecting, 3.31 mm in diameter.

Fig. 2. 60 h after, 36 h before hatching (24~28°C).

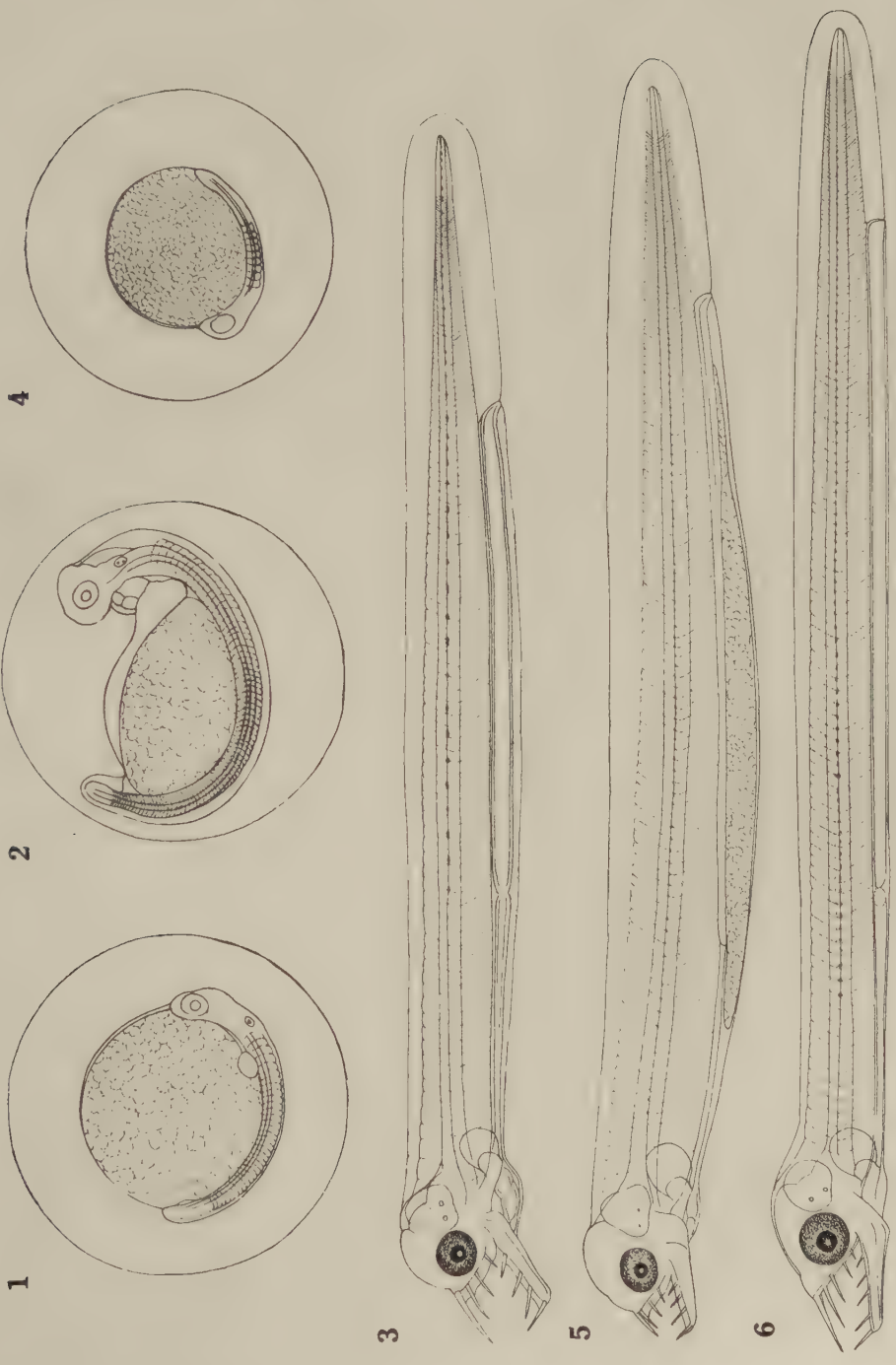
Fig. 3. Larva 3 days old, 11.74 mm in total length, myotomes 62+ca. 60.

Anguillida No. 4

Fig. 4. Pelagic egg, 9-myotome stage, 12 h 20 m after collecting, about 3 days before hatching, 4.26 mm in diameter (24.8~29.8°C).

Fig. 5. Larva newly hatched, 12.20 mm in total length, myotomes 84+ca. 60.

Fig. 6. Larva 4.5 days old, 11.70 mm in total length, myotomes 84+ca. 60.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 32

Anguillida No. 5

Fig. 1. Pelagic egg, 37 h after collecting, 4 days before hatching, 4.42 mm in diameter (19～26°C).

Fig. 2. Larva 14～23 h after hatching, 11.46 mm in total length, mytomes 78+ ca. 55.

Anguillida No. 6

Fig. 3. Pelagic egg, 63-myotome stage, 8 h 30 m after collecting, 4 days before hatching, 4.40 mm in diameter, oil globules 0.05～0.13 mm (25～32°C).

Fig. 4. Larva 2 days old, 9.74 mm in total length, myotomes 84+ca. 60.

Anguillida No. 7

Fig. 5. Pelagic egg, 41—myotome stage, 7 h 30 m after collecting, 80 h before hatching, 3.80 mm in diameter, oil globules 0.07～0.11 mm (18.8～25.0°C).

Fig. 6. Larva 12 h after hatching, 11.60 mm in total length, myotomes 82 + ca. 70.

日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 33

Anguillida No. 8

Fig. 1. Pelagic egg, 8 h 50 m after collecting, 9 h before hatching, 2.81 mm in diameter, oil globules 0.10～0.18mm (20～24°C).

Fig. 2. Larva newly hatched, 5.56 mm in total length, myotomes 51+48=99.

Anguillida No. 9

Fig. 3. Pelagic egg, 5 h after collecting, 2.43 mm in diameter, oil globules 0.05 ～0.07 mm.

Fig. 4. 50-myotome stage, 23 h after, 31 h befere hatching (21～25.6°C).

Fig. 5. Larva 18 h after hatching, 7.14 mm in total length, myotomes 48+ca. 70.

I. D, No. 1

Fig. 6. Pelagic egg, 40-myotome stage, 11 h 35 m after collecting, 14～15 h before hatching, 1.90 mm in diameter, oil globule 0.33 mm (24.5～26.5°C).

Fig. 7. Larva just hatched, 5.42 mm in total length, myotomes 74+(6+x).

日本近海に出現する浮游性魚卵—I

Explanation of Plate 34

Exocoetidae No. 1

Fig. 1. Pelagic egg, 1.82 mm in diameter, collected from 26° 32′N, 131° 57′E, on Aug. 1, 1957 (drawn from preserved specimen).

Fig. 2. One of the rudimentary tendrils of the egg membrane, 0. 70～0.83 mm in length.

サヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (Cuvier et Valenciennes)

Fig. 3. Pelagic egg, 1.72 mm in diameter, collected from 26° 34′N, 131° 57′N, on Aug. 1. 1957 (drawn from preserved specimen).

Fig. 4. One of the rudimentary tendrils of the egg membrane, 0.065～0.08 mm in length.

アカヤガラ *Fisturalia petimba* Lacépède

Fig. 5. Pelagic egg, morula stage, 5 h after collecting, 2.10 mm in diameter.

Fig. 6. Gastrula stage 29 h after.

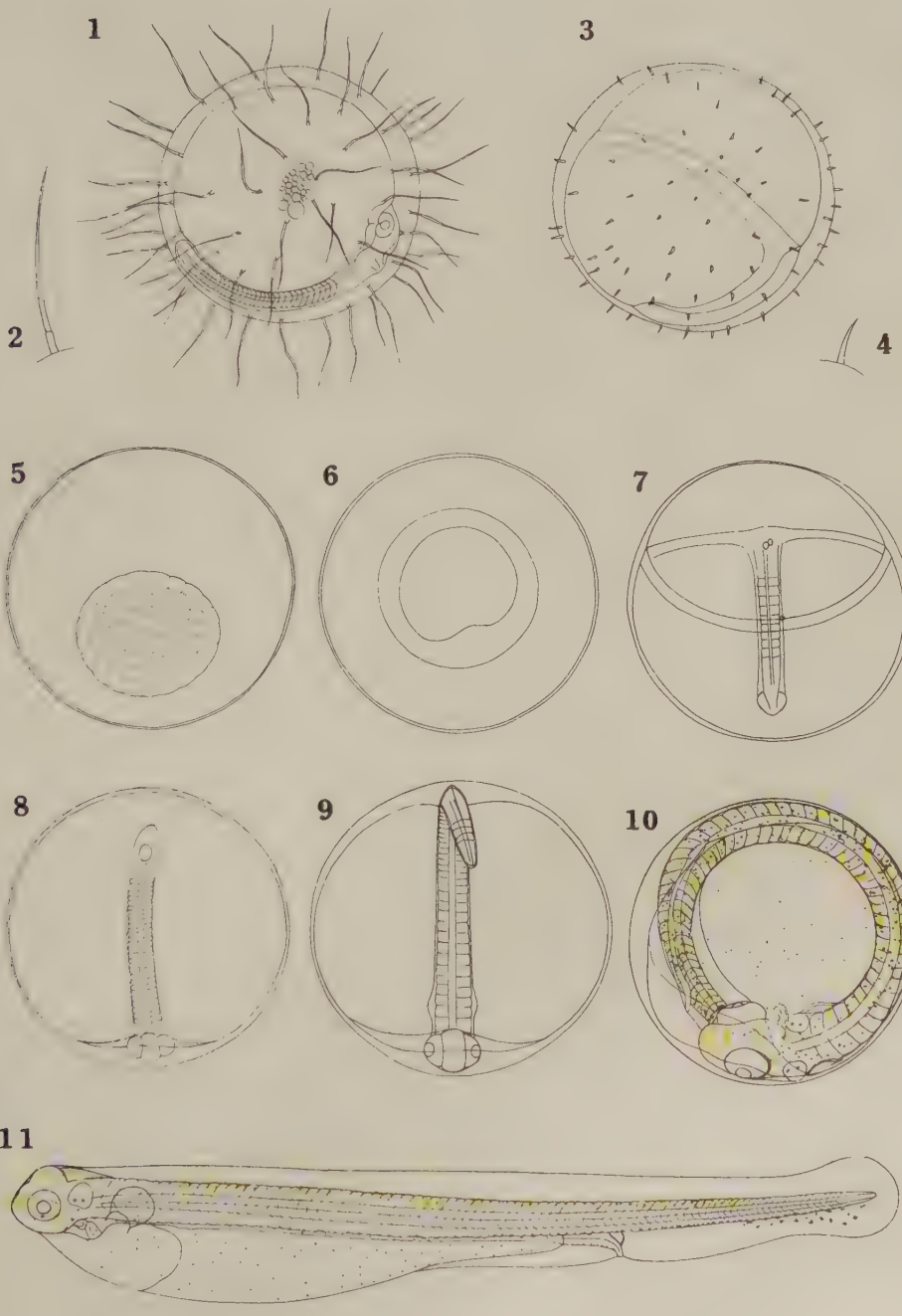
Fig. 7. 9–myotome stage, 60 h after.

Fig. 8. 30–myotome stage, 84 h after.

Fig. 9. 120 h after (17～22°C).

Fig.10. 11 h before hatching, 141 h after morula stage (24～28°C).

Fig.11. Larva just hatched, 7.08 mm in total length, myotome 53+33=86.



日本近海に出現する浮游性魚卵—I

日本近海に出現する浮游性魚卵—II

アカマンボウ目，マトウダイ目，ボラ亜目，サバ亜目，アジ亜目およびイボダイ亜目

水戸敏

Pelagic fish eggs from Japanese waters—II

Lamprida, Zeida, Mugilina, Scombrina, Carangina and Stromateina

Satoshi Mito

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻 第4号，別冊，昭和36年7月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 18, no. 4, JULY 25, 1961

日本近海に出現する浮游性魚卵—II[1,2)]

アカマンボウ目，マトウダイ目，ボラ亜目，サバ亜目，アジ亜目およびイボダイ亜目

水　戸　　敏

Pelagic fish eggs from Japanese waters—II

Lamprida, Zeida, Mugilina, Scombrina, Carangina and Stromateina

Satoshi Mito

前報に引続き 30 種の卵，卵内発生および孵化仔魚について報告する．この内 6 種は熟卵の記載のみであるが，将来の研究のために収録した．

アカマンボウ目　Lamprida

この目の魚の浮性卵は，特異な形をした孵化仔魚を生ずるフリソデウオ亜目 Trachipterina のものが古くから知られている．筆者は九州近海からフリソデウオ属に属すると思われる卵を得たが，種名は判明しない．

フリソデウオ属の1種　*Trachipterus* sp. (Pl. 39, figs. 1–4)

本種の卵は九州近海においては，相当長期に亘つて出現し，6～1月に採集された（18.8～29.8°C）．卵径 1.98～2.28 mm，油球はない．卵黄および卵膜に特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．

孵化するまで連続して観察出来た卵のうち発生の最も初期にあつたものは，採集後 7.5 時間に胚体が卵内の 2/3 近くを回つていたものである．すでに胸鰭および肛門が認められ，筋肉節は約 50 個が数えられた．菊花状の黒色素胞が卵黄上に約 20 個，胚体上に数個認められた（fig. 1）．22～24°C の水温では，この状態から 3 日後に胚体は卵内を 1 周し，背鰭および腹鰭が現われた．卵黄は未だ大きく，その上の黒色素胞にも変化はなかつた．胚体頭部に黒色素胞が現われた．採集後 5 日には口が開き，眼に黒色素胞が現われ，背鰭および腹鰭の前部鰭条は伸長し，その上に黒色素胞が現われ，卵黄はかなり吸収された（fig. 2）．この状態から 1～1.5日後（採集後 6～6.5日）に孵化した．孵出孔は蝶番蓋型．

本種の卵は産卵されてから孵化するまでに相当の時日を要するらしい．例えば，1953 年 8 月26日午前 7 時に採集した卵は，翌日夜半に胚体がようやく卵黄の 1/2 を取巻いていた．8 月29日午後 1 時にレンズが分化したが，胚体の尾部は卵黄から離れず，9 月 3 日午後 3 時に胚体は卵内を 1 周し，9 月 5 日早朝に孵化に至らず死んだ．死亡時の発育段階は孵化前 1～2日と思われた．この間の水温は 24～31°C であつた．このことから考えて，孵化に要する時間は，盛夏においても 10日以上，冬季には 20日以上を要するものと想像される．

孵化直後の仔魚（fig. 3）は全長 7.12 mm．孵化後しばらくは卵黄を上にして水面に浮んでいたが，やがて容器の中層を，背鰭を起伏させながら静かに游泳していた．卵黄はすでにかなり吸収され，胸鰭

1) 九州大学農学部水産学教室業績．
2) 本研究の一部は農林漁業試験研究費補助金（内田恵太郎）によつた．

下方に小塊状になつて残つていた．口は成魚に似た形状で大きく開き，吻は短い．背鰭は4本の鰭条が認められ，その最前のものは全長の1/2より長く，黒色素胞を伴つた5個の膨らみがある．胸鰭は大きく，ほぼ頭長に等しいが，鰭条は現われていない．腹鰭は卵黄後端に，左右が密接して対在し，3本の鰭条があり，黒色素胞のある第1条が最も長い．第4—7筋肉節下に鰾がある．消化管は第12筋肉節下から体の腹面を離れ，斜後下方に向かい，第26筋肉節下の辺りに開く．鰾直上を通り，脊索下面に沿つて後走する細管があり，第30筋肉節下から下方に曲り，肛門後上方にある肪胱に連なる．樹枝状黒色素胞は前頭部に約20個，耳嚢後方に3個，鰓蓋後部に2個，卵黄上に約15個，鰾の上方から斜向する消化管上に十数個，腹部中央，肛門直上および尾部中央よりやゝ前方の体の背面にそれぞれ2～3個，尾部中央部腹面に2個がある．鰭条上のものはすでに述べた．黒以外の色素胞はない．筋肉節数は30（前述の細管下屈部まで）＋57＝87.

孵化後3日の仔魚（fig. 4）は全長 7.56 mm，卵黄は未だ吸収し尽されていない．背鰭および腹鰭は長さを増し，背鰭第1条の長さは全長の2/3を越え，黒色素胞を伴つた膨大部は6個に増加した．消化管は中央付近に1廻転部を生じた．黒色素胞はあまり変化しないが，体の背腹面に2～3個ずつかたまつて分布していたものが1個ずつに集まり，新たに尾部後方腹面に4個が現われた．肛門の位置や筋肉節数に変化はなかつた．

松原（1955）によれば，本亜目の魚の脊椎骨数は 90～93* と云う．孵化仔魚の筋肉節数 87 はこの数に比べてやゝ少ない．

我国近海に現われる浮性魚卵中には本種またはその近縁種の卵がかなりあるように思われる．例えば，千田（1954），Hattori，他（1957）等が報告している卵がそうであるが，同時期に，しかも同じような場所に現われるアカヤガラの卵とは，発生初期には区別し難いと思われる．

Ehrenbaum（1905）（Emery, 1879 を引用），Murray and Hjort（1912），Meek（1916）（LoBianco, 1909 を引用），Sparta（1933）等が記載図示しているものは，いずれも伸長した背，腹鰭条を持ち，卵の大きさや卵内発生も本種にかなり似ている．それらは色素胞の位置や鰭条の数および相互の長さの関係等で筆者の得たものと異なるものが多い．ただ，Sparta が報告しているもののうち *Trachipterus cristatus* Bp. は背鰭第1条の長さ（全長より長い）と黒色素胞のわずかな相違とを除けば，筆者の得たものとほとんど変らない．

マトウダイ目 Zeida

神谷（1925）がマトウダイ *Zeus japonicus* Cuvier et Valenciennes の熟卵を報告している．卵内発生や孵化仔魚は不明．卵径 1.90～2.00 mm，油球は鮮黄色，1個，径 0.35～0.36 mm．卵黄および卵膜に特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．球形分離浮性卵．

スズキ目 Percida

この目の魚には浮性卵を産むものが多い．以下に各亜目ごとに記述する．

ボラ亜目 Mugilina

トウゴロウイワシ科 Atherinidae には現在までのところ浮性卵を産む種類は知られていない．ボラ科 Mugilidae およびカマス科 Sphyraenidae の魚は，知られている限り，油球1個を有する球形分離浮性卵を産む．いずれも卵膜に特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．卵黄はボラ科のものには亀裂がなく，カマス科のものには亀裂がある．孵化仔魚の肛門は体の中央より後方に位置し，孵化後の時間の経過に伴う位置の移動は少ない．

* 阿部宗明博士よりの私信によれば，サケガシラの1種の脊椎骨数は80～85（X線写真による観察，前後の一部が不明）とのことである．

ボラ *Mugil cephalus* Linné

我国における産卵は未だ詳しく分つていないが，中野（1918），今井（1958）等が報告した卵巣の状態や稚魚の出現期等から推して，中部以南の海域における産卵期は 10～2月であろう．産卵場についても不明な点が多い．Breeder (1940) はごく沿岸で産卵行動を観察し，Nair (1957) も外洋と連絡した湖から得た材料により人工授精を行ない，その付近から天然卵をも採集している．一方 Arnold and Thompson (1958) は沖合で産卵行動と思われるものを観察した．

卵内発生および孵化仔魚については Vialli (1937), Bromhall (1954)（いずれも Sanzo (1936) の報告を引用）および Nair の報告がある．これら諸氏によれば，卵径 0.72～0.80 mm，油球は 1 個，径 0.28～0.37 mm（中野によれば熟卵径 0.91～1.08 mm，油球径 0.4 mm），卵は浮性卵の性質をそなえているが，その比重は海水とほぼ同じかわずかに大きく，止水の状態では沈む．このことがプランクトン中に本種の卵が出現し難い原因と考えられる．

Nair によれば印度における産卵期は 9～12月，11月に人工授精を行なつた場合の結果は次の通りである．受精後 1 時間 30 分には卵割は相当に進み，2 時間 45 分後には胚皮は卵黄を掩いはじめ，9 時間後には胚皮は卵黄を掩い尽し，胚体が形成され，黄および灰色素胞が卵黄，油球および胚体上に現われる．14 時間後には胚体は卵内の 3/4 を回り，色素胞は更に発達し，特に油球上の灰色素胞は樹枝状になる．25 時間後に孵化する．

孵化直後の仔魚は全長 1.1 mm，卵黄後端は体の中央に達し，油球は卵黄後方に位置するが，小さくなり，径 0.16 mm．黄色素胞は点状のものの集まりが眼の前後にあり，脊索の上下には帯状のものが縦走する．膜鰭は体の後半に限られる．筋肉節数は 34（これは本種の脊椎骨数 24 に比してかなり多い）．

アカカマス *Sphyraena pinguis* Günther

庄島・他（1957）が詳しく報告しているのでそれを要約する．卵径 0.69～0.82 mm，油球は無色ないし淡黄褐色，径 0.18～0.21 mm．卵黄は明瞭に亀裂する．

21.3～26.0°C の水温では受精後 12 時間に胚体原基が現われ，間もなく胚孔を閉じる．19 時間 55 分後には 18 筋節期に達し，胚体，卵黄および油球上に黒および黄色素胞が現われ，24～30 時間後に孵化が行なわれる．

孵化直後の仔魚は全長 1.75 mm．卵黄は大きく，前部は頭部より前方へ突出し，油球は卵黄の前下面にある．肛門は体の後方から 1/3 の辺に開く．黒色素胞は体の背面に頭頂から尾端近くまで連続して並び，前方では左右の列が離れているが，中央付近からほぼ相接する．体の腹面にも少数あり，油球上およびその周辺の卵黄上（欠く場合もある）にも見られる．黄色素胞は頭部周辺，腹部前方背面と中央側面および尾部前方側面に塊状の分布をし，卵黄および油球上にも少数が認められる．筋肉節数は 14＋13＝27．

孵化後時間の経過と共に体背面の黒色素胞の一部が腹面へ移り，孵化後 2 日以後の仔魚では体の背面には腹部中央より後方だけに認められる．黄色素胞は体の背腹面に分れ，2 日後の仔魚では腹部背面から膜鰭内へ広がるものも見られ，最も発達する．それ以後は黄色素胞は配列が乱れ，褪色してくる．

孵化後 45 時間の仔魚は全長 2.35～2.70 mm．卵黄は小さくなるが，口は開かない．筋肉節数は 13＋11＝24．孵化後 66 時間で卵黄および油球をほぼ吸収し尽し，全長 2.96 mm に達し，口が開き，鰭が形成される．北九州における産卵期は 6～7 月．

カマス類似卵（本誌，18 巻，1 号；Pl. 2, figs. 7, 8）

1953 年 8 月22日に土々呂沖から 1 卵採集（27.6°C）．卵および卵内発生はアカカマスに酷似している．卵径 0.79 mm，油球径 0.18 mm．採集後 2 時間 45 分には胚体は卵内の 2/3 を回り，黒および黄色素胞

が胚体および油球上に散在していた（fig. 7）．この状態から 30.8°C の水温で 2～3 時間後に孵化した．孵出孔の形は不明．

孵化後 5 時間の仔魚（fig. 8）は全長 2.48 mm．黄色素胞が体側全面に散在していることがアカカマスとは異なる．筋肉節数は 13+15=28.

サバ亜目 Scombrina

この亜目に属する魚の卵は，知られている限りでは，球形分離浮性卵．卵径 0.9～1.9 mm．油球は 1 個のものが多く，多数のものもある．ないものは知られていない．卵膜には特殊な構造がなく，卵膜腔は狭い．卵黄は亀裂しないものが多い．この亜目の魚の脊椎骨数は科または属によつてかなり異なつている場合が多く，卵の査定には孵化仔魚の筋肉節数が有力な特徴になる．

マグロ *Thunnus thynnus* (Linné)

Padoa (1956) の報告がある．それによれば，卵径 1.00～1.12 mm，卵黄に亀裂はない．油球は 1 個，径 0.25～0.28 mm．孵化仔魚は約 3 mm，油球は卵黄後方にある．黒色素胞は体の背腹面，油球上および卵黄前方に分布する．筋肉節数は 10+29=39．卵黄を吸収し尽すまでに背膜鰭前方に黒色素胞が現われ，後消失する．

このような特徴を持つた卵には Delsman (1926) が *Scomber kanagurta* C. V. の名称で報告し，後 (1931) に *Thynnus thunnina* と訂正したものおよび筆者が採集したソウダガツオ属の 1 種があり，これら 3 種間の差異は非常に小さい．

メバチ *Parathunnus obesus* (Lowe)

木川 (1953) は 1951 年 6～8 月に，マーシャル群島近海で，9 回人工授精を試み，1 回は発生をはじめた．同氏によれば卵径約 1 mm，油球は 1 個，径は卵径の 1/5 強．卵黄に亀裂はない．29.2°C の水温では受精後 12 時間で胚体は卵黄の 1/2 を取巻き，筋肉節も現われた．それ以後の発生は，卵が死んだため不明．

ハガツオ *Sarda orientalis* (Temminck et Schlegel)

神谷 (1922) は 1916 年 7 月 30 日に，館山湾で漁獲された成魚より熟卵を得，同時期に出現する天然浮性卵中より本種を報告した．それによれば，卵径 1.33～1.40 mm，卵黄は亀裂しない．油球は 10～25 個，径の最大なものは 0.17～0.21 mm，色はやゝ濃い黄色．孵化に近くなると油球は卵黄後方に集まり，卵黄前方に顆粒が現われる．黒色素胞は胚体の両側にほぼ 1 列に分布し，卵黄上にも散在する．黄色素胞は胚体および卵黄上に散在し，尾部の背腹両膜鰭内にも多い．館山湾では 6～8 月に出現する．孵化仔魚についての記載はない．

外国産の *Sarda* 属の魚卵は油球が 1 個のもの（Barnhart, 1927; Setté, 1943; Padoa, 1956）と数個のもの（Kuntz and Radcliffe, 1917）とがある．

カツオ *Katsuwonus pelamis* (Linné)

産卵に関しては矢部 (1954) の考察がある．それによれば 5 月末に宮古島南東漁場付近では産卵が行なわれるらしい．我国近海では，若し行なわれるとしてもごく少ないらしい．熟卵は径 0.80～1.17 mm，卵黄は亀裂しない．油球は 1 個，径 0.22～0.27 mm．恐らく浮性であろう．

ソウダガツオ亜科 Auxiinae

神谷 (1922) は 1917 年 8 月 10 日に，館山湾で漁獲されたソウダガツオ *Auxis tapeinosoma* Bleeker（ヒラソウダかマルソウダかは不明）の熟卵を検し，同時期の天然浮性卵中よりソウダガツオ属として 2 種を記載した（単脂第八十六号，第百〇五号）．なお，前記熟卵は径 0.9 mm 前後，卵黄は亀裂しな

い．油球は無色，1個，径 0.22 mm.

単脂第八十六号．駿河湾における出現期は7～8月．卵径 0.95 mm，油球径 0.23 mm．眼胞が分化した段階ですでに卵黄上に無色の顆粒が現われ，各顆粒は細糸で連絡し，網目状構造を呈する．孵化近くになれば胚体，油球および卵黄上に黒色素胞が現われ，体表に顆粒構造が発達する．

孵化直後の仔魚は体長 2.85～3.00 mm，油球は卵黄後方にあり，肛門は卵黄直後に位置する．少数の黒色素胞が頭部，卵黄前端および油球上にあり，体の腹面には直腸部上方から尾部中央部までに3個あつて，最後のものは大きな叢状を呈する．筋肉節数は約 40.

単脂第百一五号．駿河湾における出現期は7月．卵径 0.97 mm，油球径 0.22 mm．卵内発生は前種に似る．孵化仔魚は油球が卵黄の前下方にあり，その上に色素胞がないことと体の腹面の黒色素胞が2個である点を除けば前種にほぼ等しい．

筆者も前記単脂第八十六号に極めて良く似た卵（I.C, No. 12）を得ているが，これらはソウダガツオよりもイタチウオ類（後出）に類縁が深いものではあるまいかと考えている．

ソウダガツオ属の1種（Pl. 40, figs. 1–10）

1953年9月1日に豊後水道（27.6 C），1956年6月29日に日向灘（24.5°C）から採集．採集から飼育終了までの水温は 23.8～29.6°C．卵径 0.93～1.04 mm，卵黄は亀裂しない．油球は無色，1個，径 0.21～0.26 mm．採集後 7.5 時間には胚体が卵黄の 2/3 を取巻き，レンズはすでに形成されていた．樹枝状の黒色素胞が胚体背面と油球上とにあり，黄色素胞は胚体側面にまばらに，油球上にはやゝ密に分布していた（fig. 1）．この状態から3時間後には胚体は卵内をほぼ1周し，黄色素胞は集まつて数が減り，尾部中央付近に1個の大きな塊を形成した．卵黄上に2～3個の黒色素胞が現われた（fig. 3）．採集後 15～18.5 時間に孵化した．孵化直前には胚体は卵内の 1 1/4 を回り，頭部を取巻く卵黄上に孵化酵素腺が認められた．孵出孔は類三角孔に近い（figs. 4, 5）．

孵化直後の仔魚（fig. 6）は全長 2.55～2.70 mm，油球は卵黄の後下方にあり，卵黄から一部突出する．肛門は体の中央より前方，卵黄の少し後方に開く．樹枝状黒色素胞は頭，腹部では側面から背面に多く，尾部では後方から 1/3 の辺までは背面に，それ以後は腹面に，尾端では背腹両面に分布する．油球上および卵黄の中央付近の背面にも数個がある．黄色素胞は眼の周辺および油球表面に散在し，直腸部と尾部中央背面とには特徴ある1叢がある．筋肉節数は 11～12＋29～32＝41～43.

孵化後 16.5 時間の仔魚（fig. 7）は全長 3.68 mm，胸鰭が現われ，眼に黒色素胞を生じた．体の黒色素胞は腹面へ移動をはじめ，黄色素胞は体の外縁へ移り，背面では膜鰭内へ広がりはじめた．尾部が伸長し，肛門は体の前方から 1/3 と 1/2 との間に開く．筋肉節数は 10＋30＝40.

孵化後 30 時間の仔魚（fig. 8）は全長 3.58 mm，卵黄はかなり吸収された．黒色素胞はほとんど腹面へ移り，黄色素胞は，黒色素胞を伴つて膜鰭内へ移り，背膜鰭では胸鰭後方と尾部中央に特徴ある色素叢を作る．腹膜鰭には肛門直後に黄色素胞だけが見られる．尾端の色素胞には変化がない．筋肉節数は 9＋31＝40.

孵化後 42 時間の仔魚（fig. 9）は全長 3.92 mm，口が開き，眼に虹彩が現われた．膜鰭内の黒および黄色素胞は褪色し，消化管上から尾部後方までの腹面に分布していた黒色素胞も小さくなつてきた．筋肉節数は 9＋32＝41.

孵化後 55 時間の仔魚（fig. 10）は全長 3.75 mm，卵黄を吸収し尽したが油球は小さく残つている．色素胞は減少した．筋肉節数は 8＋31＝39.

本種の卵および孵化仔魚は，前述したように Delsmsn および Padoa が報告したものに似ているが，背膜鰭前方に現われて後に消失する色素叢の数が Padoa の場合は1個，筆者と Delsmsn の場合は2個である．しかし，Delsmsn の場合は腹膜鰭内にも現われる点で本種とは異なる．

したがつて，本種はマグロ類である可能性もあるわけである．矢部・他（1953）によれば夏季油津沿岸に現われるサバ類の未成魚のうちマルソウダとマグロは共にほぼ同じ全長（200～300 mm）であり，この両種は脊椎骨数にもほとんど差がない（マルソウダ 39，マグロ 39～41）．本種をソウダガツオ属の1種と推定したのは宮崎県および四国南西部海域にはソーダガツオが多数棲息することと堀田(1950)が四国におけるマルソウダの産卵期を6～7月と推定していることによつた．

マサバ *Scomber japonicus* Houttuyn

神谷（1916, '25）および内田（1941, '58）の詳しい報告がある．筆者は九州沿岸から確実にマサバと断定出来る浮性卵を得ていないので，両氏の報告を要約する．

卵径 0.9～1.3 mm，卵黄は亀裂しない．油球は1個，径 0.2～0.3 mm．平均水温 19.5°C においては，受精後8時間で Morula 期に達し，15時間後に胚体原基が現われ，21時間後に胚孔を閉じ，胚体および油球上に黒色素胞が現われる．28時間後には黄色素胞が胚体および油球上に現われる．以後時間の経過に伴い黒色素胞が発達し，胚体の背面にほぼ2列に並び，卵黄上にも少数現われる．44時間後には胚体は卵内を1周し，頭部を取巻く卵黄上に顆粒が発達し，49時間後に孵化する．

孵化直後の仔魚は全長約 3 mm．油球は卵黄の後端にあり，肛門は卵黄のやゝ後方，体の中央より前方に位置する．黒色素胞は頭部から尾端までの体の背面に多数と卵黄および油球上に少数が見られ，黄色素胞は眼および耳嚢後方背面，油球およびその後縁周辺の卵黄上と腹部中央背面に見られ，尾部にはない．筋肉節数は 8+(19+x)=27+x.

孵化後時間の経過と共に肛門の位置が相対的に前方へ移り，体の背面にあつた黒色素胞が腹面へ移動する．孵化後 2.5日で口が開く．孵化後3～4日で卵黄を吸収し尽し，全長 3.7～4.4 mm に達する．肛門は体の前方からほぼ 1/3 の辺に位置する．黒色素胞は頭頂部，耳嚢部（内部），消化管上壁および尾部腹中線上に尾端まで点在し，個体によつては背面に単独の黒色素胞があるものもある．

産卵期は一部の海域ではゴマサバと重なると考えられるが，九州近海では4～7月，北海道では6～8月と思われる．

ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker (Pl. 41, figs. 1–3)

神谷（1924）によれば，マサバとゴマサバの卵の区別点は孵化仔魚の尾部中央の黄色素胞の有無によると云う．筆者も 1954年5月2日に女島漁場付近からゴマサバ型（尾部中央に黄色素胞がある）の卵を採集した（20.0°C）．

採集後 4.5時間の卵（fig. 1）は放卵後約30時間を経ており，胚体に黒および黄色素胞，油球上とその周辺の黄卵上とに黄色素胞が現われていた．18～23°C の水温でこの状態から 22時間後に孵化した（fig. 2）．

孵化後 15時間の仔魚（fig. 3）は全長 4.05 mm．黒色素胞は体の腹面へ移りはじめていた．尾部の黄色素胞と卵黄上に黒色素胞が多い点とを除けば，マサバと大差はない．筋肉節数は 9+23=32．孵化後3.5日で卵黄を吸収し尽し，全長 4.08 mm に達した．黄色素胞は大部分褪色した．頭頂部に黒色素胞がない点がマサバと異なつていた．

サバ類似卵 (Pl. 41, figs. 4, 5)

色素胞の種類や配列状態および筋肉節数がサバに似ている．しかし，卵径や孵化仔魚の大きさはサバに比べて小さく，サバ類に所属するかどうかは分らない．

1955年12月8日に油津沖から1卵を得た（15.8°C）．卵径 0.70 mm，油球径 0.14 mm．採集後4時間の卵は孵化直前にあり，胚体は卵内をほぼ1周していた．油球上および卵黄上に色素胞のない点はサバと異なる（fig. 4）．

孵化後 19 時間の仔魚（13～15°C, fig. 5）は全長 2.16 mm. 油球は卵黄の後方，肛門はその直後に位置する．樹枝状の黒色素胞が頭頂から尾部後方までの体の背面に，前方では背中線をはさんで 2 列，後方では 1 列に並ぶ．胸鰭直下，消化管後方背縁にも少数分布する．黄色素胞は点状のものが頭部周辺から腹部前方側面に，塊状のものが消化管後方および尾部中央部よりやゝ後方の体側に認められる．筋肉節数は 11＋22＝33.

サワラ *Scomberomorus niphonius* (Cuvier et Valenciennes)

神谷（1922）の人工授精による報告がある．瀬戸内海東部においては 4 月下旬～6 月上旬に産卵が行なわれる．以下に神谷の報告を摘記する．卵径 1.60～1.86 mm, 卵黄は亀裂しない．油球は淡い黄色，1 個，径 0.48～0.59 mm. 平均水温 18.5°C では受精してから孵化まで 66 時間，20.0°C の場合は 57 時間である．18.5°C の場合の発生経過は次の通りである．

受精後 2 時間 10 分に第 1 分裂，8 時間後に Morula 期に達し，21 時間後に胚体原基を生じ，胚皮は卵黄の 1/2 を掩う．26 時間後に頭部が分化し，29 時間後に筋肉節が現われ，胚体の尾部近くに黒紫色素胞が発現するが，胚孔は閉じていない．間もなく油球周辺の卵黄上に黒色素胞が現われ，36 時間後に胚孔を閉じる．40 時間後には胚体および油球上に黄色素胞が現われ，46 時間後には黒色素胞は胚体の背面と油球の胚体側表面とに集まり，黄色素胞は胚体全面と油球の外側（胚体の反対側）に散在する．58 時間後には胚体は伸長し，頭部を取巻く卵黄上に顆粒が現われる．黄色素胞は眼の後縁および尾部中央の背腹両縁に顕著な叢を形成し，66 時間後に孵化する．

孵化直後の仔魚は体長 4.33 mm 前後．油球は卵黄の後下方，肛門は卵黄の直後，体の後方から 2/5 の辺に位置する．黄色素胞は眼の後方，尾部中央，油球上および卵黄後縁から消化管下縁に沿つた部分に叢を作る．黒色素胞は頭部から尾部中央部付近まで散在し，頭部，耳嚢後方および尾部中央部ではやゝ集合する．油球上では黄色素胞とは別に背方に分布し，卵黄背面にも前後に亘つて分布する．

孵化後 1 日の仔魚は体長 5.8 mm 前後，尾部が伸長し，肛門の位置は体の 1/2 より前方になる．黒色素胞は減少し，黄色素叢は大きくなる．

孵化後 2 日の仔魚は体長 6.2 mm 前後．黒色素胞はさらに減少し，尾部中央部までの体の背面に 2～4 個の小叢と尾部中央部腹面に膜鰭内へも広がる 1 叢だけになり，油球および卵黄上のものも数が減る．

孵化後 3 日の仔魚は体長 6.4 mm 前後．肛門は体の前方から 2/5 の辺に位置する．口が開き，胸鰭も大きくなる．黄色素胞は尾部中央のものを除き他は褪色し，黒色素胞は尾部腹面に並ぶ．

孵化後 4 日で卵黄を吸収し尽し，体長 6.5 mm に達する．肛門は体の前方から 1/3 の辺に位置する．顎に小歯が現われる．尾部中央の黄色素叢も小さくなる．4 日以後は全長に変化はなく，尾部の黄色素叢もついには消失する．

タイワンサワラ *Scomberomorus kuhlii* (Cuvier et Valenciennes)

Delsman (1931) は Java Sea から採集したサワラ類 3 種の卵を *S. guttatum*, *S. kuhlii* および他の 1 種と推定した．タイワンサワラと推定したものは，卵径約 1.2 mm, 油球径約 0.4 mm. 孵化後間もない仔魚は全長約 2.5 mm, 腹部筋肉節の中央よりやゝ下方に黒色素胞が 1 列に並ぶ．筋肉節数は 15＋34＝49.

ヨコシマサワラ *Scomberomorus commerson* (Lacépède)

Munro (1942) は濠州において，1941 年 10 月 29 日に本種の人工授精を行ない，卵内発生と孵化仔魚とを報告した．天然浮性卵も含めて卵径 1.12～1.38 mm, 油球径 0.31～0.39 mm. 卵内発生はサワラと大差ない．26°C の水温では受精後 25～26 時間で孵化する．

孵化直後の仔魚は全長 2.5 mm. 腹部後方から尾部後方までの体の背面に黒色素胞があり，それらは

膜鰭内へ広がる．孵化後 16 時間の仔魚は全長 3.5 mm，腹膜鰭内にも色素胞が現われる． 筋肉節数は 14＋33～34＝47～48.

メカジキ *Xiphias gladius* Linné

Sanzo (1931) が卵および孵化仔魚を報告している．それによれば，卵径 1.60～1.80 mm，卵黄は亀裂する．油球は1個，径 0.50 mm．孵化に要する日数は 2.5日．孵化直後の仔魚は全長 4.50 mm．油球は卵黄の後端にあり，肛門は卵黄から離れ，体の 1/2 より後方に開く．体表，卵黄，油球上および背腹両膜鰭上に色素胞が多数ある．筋肉節数を除けば後述するシイラに酷似する．なお，矢部・他 (1959) が報告している熟卵の記載も上述のものと大差ない．

フウライカジキ属の1種

Sparta (1953) は *Tetrapturus belone* Raf. と思われる卵を採集し，報告している．卵および孵化仔魚はメカジキに良く似ている．卵径 1.48 mm，油球径 0.36 mm．孵化直後の仔魚は全長 4.88mm，油球は卵黄の前方にある．膜鰭上の色素胞は背腹とも肛門より後方に限られる．筋肉節数は 12＋12＝24．孵化後 2 日で全長 5.24 mm に達する．

なお，中村 (1932, '37, '40, '41, '42, '43) はカジキ科魚類の産卵について考察し，クロカジキ，フウライカジキおよびバショウカジキの熟卵を記載している．いずれも卵径 0.7～1 mm 程度，油球は1個でほぼ卵径の 1/5 の大きさである．

タチウオ *Trichiurus lepturus* Linné (Pl. 41, figs. 6–11)

すでに神谷 (1922)，内田 (1933) および Delsman (1926) の報告があるが，筆者も富岡および土々呂周辺から 8～10月に天然浮性卵を得た (23.5～28.0°C)．卵径 1.59～1.88 mm，卵黄は亀裂しない．油球は銅色 (個体により濃淡がある)，1個，径 0.34～0.43 mm．8筋肉節期 (胚孔は閉鎖していない) にあつた卵 (fig. 6) は，26～28°C の水温で 48 時間後に孵化した． 卵内発生中に黒色素胞が胚体，膜鰭および油球上に現われる．孵出孔は蝶番蓋型 (fig. 9).

孵化直後の仔魚 (fig. 10) は全長 5.75 mm．胸鰭はすでに現われている．油球は卵黄の後端にあり，肛門は卵黄の直後，体の前方からほぼ 1/3 の辺に開く．樹枝状の黒色素胞は頭部周辺，耳嚢後方から腹部前方背面および油球上に数個あり，背膜鰭上には起部から 1/3 の辺までの縁辺に約 10 個が並び，それから離れて中央部に大きな1叢がある．腹膜鰭には体の後方から 1/3 の辺に，背膜鰭のものと同じような大きい1叢がある．体の腹部後方から尾端までは色素胞がない．筋肉節数は 24＋約 130.

孵化後 30 時間の仔魚 (fig. 11) は全長 6.16 mm．口が開き，上顎に小歯が認められる．背膜鰭前方の黒色素胞はほとんど消失した．肛門までの筋肉節数は 23.

Delsman が報告しているタチウオ類6種のうち，Egg d と呼んでいるものは本種と同一種と思われる．

シイラ *Coryphaena hippurus* Linné (Pl. 42, figs 1–8)

本種と思われる浮性卵についてはすでに報告した (水戸, 1960)．山陰以西の暖流域での産卵は春～夏に行なわれ，南方にゆくほど長期に亘るらしい (内田・道津, 1958)．天然浮性卵は日向灘，豊後水道および玉之浦近海から6月末～8月末に採集された (21.0～29.6°C).

卵径 1.28～1.62 mm，油球は淡黄色，1個，径 0.28～0.35 mm．卵黄全面に亀裂がある．卵内発生は他の浮性卵に比べて特に異なつている点はなく，産卵期の水温(21～29°C)では放卵後約 2～2.5日で孵化すると思われる．胚体が卵黄の 3/4 を取巻く頃に胚体と油球上に黒および黄色素胞，卵黄上に黒色素胞が現われる (fig. 3)．孵化近くなると頭部を取巻く卵黄上に孵化酵素腺が環状に現われ，卵黄上に黄色素胞も現われてくる．孵出孔の形は類円孔のものが多く，蝶番蓋型や一部の乱れた類円孔も見られた (fig. 4).

孵化直後の仔魚（fig. 5）は全長 3.95 mm，油球は卵黄の後下方，肛門は卵黄から離れ，体の 1/2 より後方に位置する．点状または小さい樹枝状黒色素胞は尾端を除く体側全面，卵黄および油球表面に散在し，黄色素胞は膜鰭を含む全体側に密布し，卵黄および油球上にも見られる．筋肉節数は 17＋15＝32.

孵化後 5～7 時間の仔魚（fig. 6）は全長 4.30 mm，胸鰭が現われる．黒色素胞は数が減り，膜鰭上の黄色素胞は縁辺に集まる．

孵化後 1 日の仔魚（fig. 7）は全長 5.82 mm，黄色素胞は体側のものは発達し，油球および卵黄上のものは減少し，膜鰭上のものは背腹とも体の前方から 1/3 の辺から尾端近くまで分布し，尾部中央では体の背腹面に細く連なる．体側の黒色素胞は再び数を増し，尾部背面では一部膜鰭内へ広がる．消化管下屈部にも 1～2 個が現われる．筋肉節数に変化はない．

孵化後 4 日の仔魚（fig. 8）は全長 5.70 mm，卵黄および油球を吸収し尽し，眼は黒く，口は大きく開いている．胸鰭も大きい．膜鰭上の黄色素胞は減少する．消化管下面に黒色素胞が現われる．筋肉節数に変化はない．

アジ亜目 Carangina

この亜目の魚の浮性卵のうち，我国およびその近海から報告されているものは，神谷（1916）のマアジ他 3 種，Delsman（1926）のイトヒキアジ類，Vijayaraghavan（1957）のオアカムロ，内田・他（1958）のブリおよび藤田（1960）のヒイラギである．ヒイラギは他の種類（アジ類）とは非常に異なる．アジ類ではブリおよびイトヒキアジ類が他の種類から容易に区別されるが，現在のところ種名の同定が出来ない種類も多い．筆者はブリを除いたアジ類の卵をほとんど得ていないので，こゝにはアジ類魚卵の特徴と上記各種の簡単な記載とを掲げる．

アジ類の卵は，知られている限り，油球 1 個をもつ球形分離浮性卵で，卵膜には特殊な構造はなく，卵膜幅は狭い．卵黄は粗に亀裂する．多くの種類では孵化直後の仔魚の卵黄は頭部より前方に突出し，その突出部に油球がある（外国産の種類では油球が卵黄の後端にあるものもある）．筋肉節数は26～28．肛門は孵化直後には卵黄から離れ，体の後方から 1/2～1/3 の辺に開く．卵黄吸収後も体のほぼ中央辺に位置しているものが多く，仔魚期における肛門の位置の移動は少ない．

卵内発生中に黒および黄色素胞が現われる．胚体および油球上には黒および黄色素胞が現われるが，卵黄上には両色素胞またはいずれか一方が現われ，数の少ない場合が多い．孵化仔魚の膜鰭には黄色素胞があるが，孵化直後にすでに現われているものと孵化後時間が経つて現われるものとがある．膜鰭上には黒色素胞は現われないが，まれに少数認められる種類もある．イトヒキアジ類と思われるものは卵黄吸収時に体の背面前方に数本の伸長鰭条を生ずる．卵径および油球径は 0.7～1.0 mm，0.17～0.24 mm（マアジ他），1.2～1.3 mm，0.30～0.33 mm（ブリ）および 1.5～1.7 mm，0.25～0.28 mm（イトヒキアジ類）の 3 群がある．

マアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel)

九州近海では稚仔の出現から考えて，産卵は周年行なわれているらしいが，その盛期は 3～5 月（内田，1958）．神谷によれば卵径 0.83～0.93 mm，油球は淡黄褐色，径 0.19～0.24 mm．20°C の水温では約 40 時間で孵化する．卵内発生のかなり初期に油球上に顕著な黒および黄色素胞が現われ，卵黄上には後方に少数の黒および黄色素胞が現われる．胚体上にははじめ黒，次いで黄色素胞が現われ，孵化に近くなれば黄色素胞は眼の前後，耳嚢後方，直腸部および尾部前方背面に集まる．

孵化直後の仔魚は体長 2.5 mm．黒色素胞は体の背面に尾部後方近くまで分布し，黄色素胞のうち尾部前方背面のものは一部膜鰭内に広がる．

孵化後 1.5 日の仔魚は体長 2.84 mm に達する．体の中央より前方の背腹両膜鰭縁辺には著しい黄色

素叢が現われる．体の背面にあつた黒色素胞の約半数は腹面へ移る．眼が黒くなり，口が開きはじめる．

孵化後 2.5～3日の仔魚は体長 3.0 mm．卵黄および油球を吸収し尽す．黒色素胞は胸鰭基底から尾端までの体の腹面に密に並んだ1列，消化管下面の1列および尾部中央付近より前方の体の背面に数個がある．黄色素胞は膜鰭縁辺の叢と腹部前方から尾部前方までの体の背面，消化管背面および尾部前方腹面にある大きな樹枝状のものが認められる．

孵化後4日には体長の変化はなく，体の背腹面に並ぶ黒色素胞は断続し，膜鰭内にも少数現われる．黄色素胞は除々に褪色しはじめる．

オアカムロ *Decapterus russellii* (Rüppell)

Vijayaraghavan によれば卵径（平均）0.7 mm，油球径 0.18 mm．卵内発生中に油球および胚体上に黒と黄色素胞（褐色素胞）が現われるが，卵黄上には色素胞は現われない．

孵化直後の仔魚は全長平均 1.87 mm．体の形，色素胞の分布等はマアジに似る．肛門は第12筋肉節下に開く．孵化後2日の仔魚は 2.2 mm に達し，尾部を除く背腹両膜鰭上に黄褐色素胞が現われる．少数の黒色素胞が肛門前方の腹膜鰭上に分布する．孵化後3日の仔魚は 3.12 mm，肛門は体の前方から1/3 の辺に位置する．孵化後4日の仔魚は 3.7 mm，膜鰭の色素胞は褪色し，数が減る．その後は長さの変化はなく，膜鰭の色素胞は消失し，体側にも胸鰭基底と肛門付近とに黒色素胞の集りが見られるに過ぎなくなる．

ブリ *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel (Pl. 43, figs. 1-8)

本種の人工授精による卵発生と仔魚期に関しては内田・他（1958）の報告がある．我国西南部の海域では1～6月に産卵が行なわれ，九州西方水域では5～6月に濃厚な産卵が行なわれるようである．五島および男女群島周辺において4～5月に天然浮性卵を得た（19.0～22.0°C）．天然卵の発生過程から推定して，産卵は深夜から早朝にかけて行なわれるらしい．

卵径 1.19～1.27 mm，油球径 0.30～0.33 mm．18～24°C の水温では受精後 51 時間で孵化する．

採集後 2.5 時間の卵（fig. 1）は放卵後 12～13 時間を経過していた．23～24°C の水温ではこの状態から6時間20分後に胚体形成がはじまり（fig. 2），12.5 時間後に黒および黄色素胞が現われ（fig. 3），24 時間後に胚体は卵内の 2/3 を回つた（fig. 4）．33～35 時間（採集後 35.5～37.5 時間）後に孵化した．孵出孔は類円孔であつた（fig. 5）．

孵化直後の仔魚（fig. 6）は全長 3.00～3.48 mm．卵黄の前端に油球があるが，頭部より前方には突出しない．膜鰭に顆粒構造が認められる．黒色素胞は体の背腹面，油球表面および卵黄後方（1～2個）にあり，黄色素胞は背腹両膜鰭では前方縁辺から尾部後方の体の背腹面に接するように1列に並び，体側，卵黄および油球上では散在している．筋肉節数は 14 または 15+11～13=26～27．孵化後時間の経過に伴い黒色素胞は大きさを増し，消化管上にも分布してくる（fig. 7）．

孵化後3日の仔魚（fig. 8）は全長 3.68 mm，卵黄をほとんど吸収し，口が開く．黄色素胞が褪色しはじめた．

Sanzo (1933) は *S. dumerilii* の卵および孵化仔魚を記載している．それによれば，卵径 1.04～1.12 mm，油球径 0.28 mm．卵内発生および孵化仔魚はブリに似ているが，膜鰭上の黄色素胞と体側の黒色素胞がブリよりも少ない．筋肉節数は 10+14=24 で，ブリに比して肛門の位置が前方である．

ヒイラギ *Leiognathus nuchalis* (Temminck et Schlegel)

藤田（1960）の人工授精による報告がある．それによれば北九州における産卵期は5～7月．卵は油球1個を有する球形分離浮性卵．卵径 0.60～0.65 mm，油球径 0.12～0.15 mm，卵膜および卵黄には特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．

22.8～23.9°C の水温では受精後1時間で第1分裂を行ない，3時間35分後に Morula 期に達し，14時間20分後に胚孔を閉じ，胚体形成が始まる．17時間5分後には5～6筋肉節期に達し，胚体背面に多数の黒色素胞が現われ，油球の一部は卵黄表面から突出してくる．19時間5分後には11～12筋肉節期に達し，油球上にも黒色素胞が出現し，24時間後には眼球および耳嚢が形成され，頭部から尾部にかけての胚体上に多数の黄色素胞が現われる．筋肉節数は21個．26時間35分後には油球上にも黄色素胞が現われる．30時間45分後から孵化がはじまる．孵化直前には油球周辺の卵黄上にも黄色素胞が認められる．

孵化直後の仔魚は全長 1.4 mm，油球は卵黄の中央よりやゝ後方の下面または後端下にあり，一部は卵黄表面から突出する．肛門は卵黄の直後，体の中央よりわずかに後方に開く．黒色素胞は油球上および頭頂から尾部後方に至る体の背面に散在し，黄色素胞は眼の周辺，頭腹部の背面，消化管上，尾部中央付近，油球上およびその周辺の卵黄上に見られ，尾部中央付近のものは大きい．筋肉節数は 8～9＋17＝25～26.

孵化後5～6時間の仔魚は全長 1.63～1.95 mm，体の背面の黒色素胞の一部は腹面へ移る．黄色素胞の集団が頭部，腹部中央，肛門直上の体の背腹面および尾部中央に見られ，卵黄上にも黄色素胞が現われる．筋肉節数は 7＋18～19＝25～26.

孵化後33時間の仔魚は全長 2.05～2.20 mm，肛門は体の前方からほぼ 1/3 の辺に開く．卵黄上に黒色素胞が現われる．筋肉節数は 7＋18＝25.

孵化後65時間の仔魚は全長 2.15～2.20 mm，卵黄を吸収し尽す．黒色素胞は体の腹面に並び，背面のものは小点状で数も少ない．筋肉節数は 6＋19＝25.

イボダイ亜目 Stromateina

神谷（1922）がタカベの卵発生と孵化仔魚とを報告しているが，他の種類については分つていない．筆者はイボダイの熟卵を得たが卵内発生および孵化仔魚の性質は不明である．

タカベ *Labracoglossa argentiventris* Peters

神谷は熟卵の性質から同時期に現われる浮性卵中より本種を記載した．卵径 1.30～1.33 mm，油球は無色，1個，径 0.21～0.23 mm．卵膜には特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．卵黄は粗に亀裂する．卵内発生中にまず小点状黒色素胞が胚体背面に散在して現われ，更に発生が進行すれば尾部を除いた全胚体側面に分布し，卵黄上にも現われてくる．

孵化直後の仔魚は体長 3.8 mm，樹枝状黒色素胞が頭部後端から尾端近くまで分布し，体の外観は黒つぽい．尾部の背腹両膜鰭に黒色素帯がある．卵黄上には疎に黒色素胞がある．油球は卵黄の後方に位置し，その上に色素胞はない．肛門は卵黄から離れて開く．館山湾における産卵期は 9～11月．

イボダイ *Psenopsis anomala* (Temminck et Schlegel)

1953年5月1日に上々吉港に水揚された漁獲物中から熟卵を得た．卵径 1 mm 前後，油球は1個，無色，径 0.22～0.25 mm．卵膜および卵黄に特殊な構造はなく，卵膜腔は狭い．球形分離浮性卵と思われる．

文　　献

（＊ 印は直接参照し得なかつたもの）

Agassiz, A. and C. O. Whitman, 1885. The development of osseous fishes. I. The pelagic stages of young fishes. Mem. Mus. Comp. Zool., **14**(1); pt. 1: 1–56, 19 pls.

Ahlstrom, E. H. and O. P. Ball, 1954. Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distributions and abundance of larvae in 1950 and 1951. U. S. Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull., 97, **56**: 209–245.

Arnold, E. L., Jr. and J. R. Thompson, 1958. Offshore spawning of the striped mullet, *Mugil cephalus* in the Gulf of Mexico. Copeia, (2): 130–132.

Bapat, S. V., 1955. A preliminary study of the pelagic fish eggs and larvae of the Gulf of Mannar and the Palk Bay. Indian J. Fish., **11**(1): 231–255.

Barnhart, P. S., 1927. Pelagic fish eggs of La Jolla, California. Scripps Inst. Oceanogr. Bull. Tech. Ser., **1**(8): 91–92.

Breeder, C. M., 1940. The spawning of *Mugil cephalus* on the Florida, West Coast. Copeia, (2): 138–139.

Bromhall, J. D., 1954. A note on the reproduction of the grey mullet, *Mugil cephalus* Linneaus. Hong Kong Univ. Fish. J., (1): 19-34, 1 pl.

Delsman, H. C. 1926. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 5. *Caranx kura, macrosoma* and *crumenophthalmus*. 6. On a few other carangid eggs and larvae. Treubia, **8**(3–4): 199–218.

———, 1926. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 9. *Scomber kanagurta* C. V. Ibid., **8**(3–4): 395–399.

———, 1926. Fish eggs and larvae from the Java Sea. 11. The genus *Trichiurus*. Ibid., **9**(4): 338–351.

———, 1929. The study of pelagic fish eggs. Fourth Pacific Sci. Congr. Batavia (Java): 1–7, 9 pls.

———, 1931. Fish eggs and larvae from the Java Sea, 18. The genus *Cybium* with remarks on a few other Scombridae. Treubia, **13**(3–4): 401-410.

Ehrenbaum, E., 1905–09. Eier und Larven von Fischen. 1 Teil. Nordisches Plankton, Lief. 4: 1–216, 2 Teil. Ibid., Lief. 10: 217–413.

———, 1923. Ueber die Mackrele. Wiss. Meeresuntersuch. n. s. **15**: 4–30, 1 pl.

* Emery, C., 1879. Contribuzioni all' ittiologia. 1879–86. 1. Le metamorfosi del *Trachypterus taenia*. Mitth. Zool. Stat. Naepel, 1581–588.

藤田矢郎, 1960. ヒイラギの卵発生と仔魚前期. 日水会誌, **26** (11): 1091–1094.

深滝 弘, 1956. 日本海におけるマサバの産卵について. 対馬暖流開発調査第4回シンポジウム発表論文, 261–273.

———, 1958. 対馬暖流水域におけるブリ稚魚の出現・分布について. ていち, (16): 1–11.

Hattori, S., Watanabe, T. and T. Okutani, 1957. Fish larvae and eggs in the "Kuroshio" area, south of Honshu, May 1955. Rec. Oceanogr. Works in Japan, Special Number (n. s.): 143–158.

早野孝教, 1954. 九州西海域に於けるマアジ及びサバの稚魚の出現分布について. 対馬暖流開発調査第1回シンポジウム発表論文, 251–252.

堀田秀之, 1950. 四国特に徳島県に於ける宗太鰹漁業と其の生態の一・二の知見, I. 丸宗太鰹. 徳島水試事業報告, 昭和25年: 27–33.

———, 1953. 薩南海区のカツオの幼魚の分布について. 東北海区水研報告, (2): 19–21.

Hubbs, C. L., 1925. The metamorphosis of the Californian ribbon fish, *Trachypterus rex-salmonorum*. Pap. Michigan Acad. Sci. Art Let., **5**: 469–476.

今井貞彦, 1958. →内田・他 1958.

石山礼蔵・岡田啓介, 1957. 赤道海域で採集したカツオの仔魚. 水講研報, **7** (1): 141–146.

Jones, S. and P. M. G. Menon, 1953. Notes on the breeding habits and developmental stages of some estuarine fishes. J. Zool. Soc. India, **5**(2): 255–267.

梶原 武・山田鉄雄, 1958. 稚魚網採集によるマアジ稚魚について. 水産庁, 対馬暖流開発調査報告書第2輯 (卵・稚魚・プランクトン篇): 79-105.

神谷尚志, 1916. 館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚児. 水講試報, **11** (5): 1-92, 5 pls.

———, 1922. 館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔第二報. 瀬戸内海に於ける浮性魚卵並に其稚仔. 同誌, **18** (3): 1–39, 5 pls.

———, 1924. 邦産浮性魚卵検索表. 水研誌, **19**(6): 33–40.

———, 1925. 館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔（第三報）. 北陸沿岸に於ける浮性魚卵並に其稚仔. 水講試報, **21**(3) : 71–106, 3 pls.

木川昭二, 1953. 南部マーシャル群島近海におけるメバチの産卵. 南海区水研業績, no. 24 : 1–10.

木村喜之助, 1941. ぶりの産卵に就いて. 海洋の科学, **1**(3) : 156–158.

———, 1952. ブリの産卵場, 産卵期に関するブリ卵巣の調査. 東北海区水研報告, (1) : 54–62.

Kuntz, A. and L. Radcliffe, 1917. Notes on the embryology and larval development of twelve teleostean fishes. Bull. Bur. Fish., **35** (849) : 89–134.

黒田長礼, 1956. ツツダイとシイラの幼魚. 動雑, **65**(2) : 49–50.

* LoBianco, S., 1908. Uova e larve di *Trachypterus taenia* Bl. Mitth. Zool. Stat. Neapel, **19** : 1–17, 1 pl.

Lütken, C., 1880. Spolia Atlantica. 348–391.

松原喜代松, 1955. 魚類の形態と検索, I. 789 pp., 石崎書店, 東京.

Meek, A., 1916. The migration of fish. 427 pp., London.

Mitani, F., 1958. Studies on the maturity and spawning of the yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. and S., found in the Japanese waters and their adjacent regions I. Bilateral asymmetry of gonad and maturity grade. Jap. J. Ecol., **8**(1) : 7–11.

———, 1958. Studies on the maturity and spawning of the yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. and S., found in the Japanese waters and their adjacent regions II. Spawning season and spawning area. Ibid., **8**(2) : 53–62.

———, 1958. Studies on the maturity and spawning of the yellow tail, *Seriola quinqueradiata* T. and S., found in the Japanese waters and their adjacent regions III. Biological minimum size. Ibid., **8**(3) : 99–101.

三谷文夫, 1958. ブリの産卵についての一考察. ていち, (15) : 35–43.

———, 1959. 長崎県男女群島に来遊するブリの産卵群について. 日水会誌, **24**(9) : 708–713.

三栖 [illegible], 1955. タチウオの研究. 東海・黄海における底魚資源の研究 (2). 西海区水研 1954 年度経過報告 : 50–54.

水戸 敏, 1960. シイラの卵発生と仔魚期. 日水会誌, **26**(3) : 223–226.

Moore, J. P., 1899. Report on mackerel investigations in 1897. Rept. U. S. Fish. Comm., **23** : 1–22.

Motoda, S., 1955. Vertical distribution of mackerel eggs in Ishikari Bay. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., **6**(1) : 7–11.

———, 1955. Occurrence of mackerel eggs in Ishikari Bay, Hokkaido, in June 1954, as investigated by underway plankton catcher. Ibid., **6**(1) : 12–14.

Munro, I. S. R., 1942. The eggs and early larvae of the Australian barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commersoni* (Lacépède) with preliminary notes on the spawning of that species. Proc. Roy. Soc. Queensland, **54**(4) : 33–48.

Murray, J. and J. Hjort, 1912. Depths of the ocean. 821 pp., London.

Nair, G. S., 1957. Notes on the early development of *Mugil cephalus* Linnaeus. Bull. Cent. Res. Inst. Univ. Travancore, Ser. c (Nat. Sci.), **1**(1) : 77–84.

Nair, R. V., 1952. Studies on some fish eggs and larvae of the Madras plankton. Proc. Ind. Acad. Sci., **35**(5) : 181–208.

Nakai, Z., Hattori, S., Honjo, K., Watanabe, T., Kidachi, T., Okutani, T., Umeda, K. and S. Kudoh, 1957. A preliminary report on the biological survey in the "Kuroshio" area, south of Honshu, June-July 1955. Rec. Oceanogr. Works in Japan (s. n.) : 159–196.

中村広司, 1932. バセフカヂキ *Istiophorus orientalis* (Temminck et Schlegel) の熟卵. 動雑, **44**(524) : 244–245.

———, 1937. 台湾近海のカヂキ科魚類の習性, 特にフウライカヂキに就いて. 同誌, **49**(6) : 233–238.

———, 1940. バセフカヂキの産卵習性に就いて. 同誌, **52**(8) : 296–297.

———, 1941. カヂキ科魚類の習性, 特にクロカヂキの産卵に就いて. 同誌, **53**(1) : 17–21.

———, 1942. 台湾近海に於けるカヂキ科魚類の生態に就いて. 水学報, **9**(1) : 45–51.

———, 1943. マグロ, カヂキ. 海洋の科学, **3**(10) : 19–33.

中村秀也, 1936. 小湊附近に現われる磯魚の幼期 (其十四). 養殖会誌, **6**(7–8): 133–139.
中野宗治, 1918. 鯔 (*Mugil cephalus* L.) の生態研究 (第二報). 水研誌, **13**(4): 115–121.
Orton, G. L., 1955. Early developmental stages of the California barracuda, *Sphyraena argentea* Girard. Calif. Fish and Game, **41**(2): 167–176.
Padoa, E., 1956. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei; Scombriformes. Fauna e Flora del Golfo di Napoli, Monogr., **38**: 471–507.
Roedel, P. M., 1949. Notes on the spawning grounds and early life history of the Pacific mackerel. Calif. Fish and Game, **35**(3): 147–153.
佐野 蘊・田村真樹, 1958. 石狩湾近海のマサバ卵の分布と産卵親魚の漁況. 水産庁, 対馬暖流開発調査報告書第2輯 (卵・稚魚・プランクトン篇): 66–75.
Sanzo, L., 1931. *Xiphias gladius* L. Faune Ichthyol. Atlantique Nord, 7.
———, 1933. Uova larva e stadi giovanili di *Seriola dumerilli* Risso. Mem. R. Comit. Talassogr. Ital., (205): 1–12, 1 pl.
* ———, 1936. Contributi ulla conoscenza dello sviluppo embrionario e postembrionario nei Mugilidi. I. Uova e larve di *Mugil cephalus* Cuv. ottenute per fecondazione artificiale. II. Uova e larve di *Mugil chelo* Cuv. Ibid., (230): 11 pp., 2 pls.
千田哲資, 1954. シイラの稚魚について. 対馬暖流沖合調査第9次. 長崎水試資料, (59): 49–50 (謄写).
Setté, O. E., 1943. Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America Part 1: Early life history, including the growth, drift, and mortality of the egg and larval populations. U. S. Dept. Int. Fish and Wildlife Serv. Fish. Bull., (38): 149–237.
Shimomura, T. and H. Fukataki, 1957. On the year round occurrence and ecology of eggs and larvae of the principal fishes in the Japan Sea–1. Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., (6): 155–290.
庄島洋一・藤田矢郎・内田恵太郎, 1957. アカカマスの卵発生と仔魚前期. 九大農学芸誌, **16**(2): 313–318, 1 pl.
Sparta, A., 1933. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei; Trachypteridae. Fauna e flora del Golfo di Napoli, Monogr., 38: 266–275.
———, 1953. Uova e larve di *Tetrapturus belone* Raf. (*Aguglia imperiale*). Est. Boll. Pisca Piscicol. Iddrobiol. Ann. 29, **8**(n. s.) (1): 3–7.
多々良 薫, 1953. 紀伊水道域のカマス科 Sphyraena 魚類について (1). 内海区水研報告, (4): 125–129.
内田恵太郎, 1924. シイラの稚魚. 水学報, **4**(3): 178–179.
———, 1933. タチウオの生活史. 動雑, **45**(532–533): 119–120.
———, 1935. 島根県沖合で漁獲されるエビスシイラに就て. 日水会誌, **4**(4): 224–228.
———, 1941. 魚卵の生態. 海洋の科学, **1**(3): 9–16, 1 pl.
———, 1954. 対馬暖流域の浮游魚卵, 魚稚仔. 付ホンサバ, マアジ, ブリの卵乃至稚魚について. 水産庁, 対馬暖流開発調査研究報告, (1): 111–115.
———・道津喜衛・水戸 敏・中原官太郎, 1958. ブリの産卵および初期生活史. 九大農学芸誌, **16**(3): 329–342, 2 pls.
———・———, 1958. 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概説. 水産庁, 対馬暖流開発調査報告書第2輯 (卵・稚魚・プランクトン篇), 3–65.
———・他, 1958. 日本産魚類の稚魚期の研究第1集. 九大農学部水産学第二教室, viii+89 pp., 86 pls.
上柳昭治, 1955. 印度洋から得られたビンナガの成熟卵巣について. 日水会誌, **20**(12): 1050–1053, 3 pls.
———, 1957. 西部太平洋におけるビンナガの産卵. 南海区水研報告, (6): 113–124.
———・矢部 博, 1959. クロカジキ (*Eumakaira nigra* Nakamura) の仔稚魚. 同誌, (10): 151–169, 1 pl.
Vialli, M., 1937. Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei; Mugilidae. Fauna e flora del Golfo di Napoli, Monogr., **38**: 433–456.
Vijayaraghavan, P., 1955. Life-history and feeding habits of the spotted seer *Scomberomorus*

guttatus (Bloch & Schneider). Indian J. Fish, 2 (2): 361–372.
————, 1957. Studies on fish-eggs and larvae of Madras Coast. Univ. Madras; 79 pp.
矢部 博, 1953. ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* と推定される後期仔魚と稚魚（予報）. 南海区水研業績, no. 47: 1–5.
————・安楽 昇・森 徳見, 1953. 夏季油津近海に来游する Scombroid fish の未成魚に就て. 同上, no. 11: 1–10.
————, 1954. 薩南海区における鰹の産卵に関する考察. 日本学振, 水産の概観: 182–199.
————・上柳昭治・木川昭二・渡辺久也, 1959. メカジキ *Xiphias gladius* L. の生活史の研究. 南海区水研報告, (10): 107–150, 1 pl.

Résumé

The present paper, second series of the pelagic fish eggs from Japanese waters, chiefly deals with the descriptions of the egg and larval development of 24 species belonging to the orders or suborders Lamprida, Zeida, Mugilina, Scombrina, Carangina and Stromateina with notes on the matured eggs of 6 species also belonging to these systematic groups, in aid of future studies.

As far as known, the eggs belonging to these systematic groups are spherical in form, the egg membrane smooth without any conspicuous structure, and the perivitelline space narrow.

Lamprida. Only a single species, *Trachipterus* sp. is known from southern waters of Japan. The egg is large, measuring 1.9–2.3 mm in diameter, lacking the oil globule, and its early developmental stages are quite similar to those of *Fistularia petimba* Lacépède. The yolk is not segmented. During the course of the egg development elongated dorsal and ventral fin rays appear. The number of elongated dorsal and ventral fins is 4 and 3 respectively, the longest dorsal fin ray is as long as two-thirds of the total length of the body and is provided with 5 swelled parts covered with melanophores. The appearance of the oral part of the larva closely resembles to that of the adult. The number of myotomes is 87. During the course of the egg and larval development only melanophores appear.

Zeida. The matured egg of *Zeus japonicus* Cuvier et Valenciennes is already reported by Kamiya. The egg is large, measuring 1.9–2.0 mm in diameter, with a single yellow oil globule measuring 0.35 mm in diameter. The yolk is not segmented.

Mugilina. *Mugil cephalus* Linné, *Sphyraena pinguis* Günther and their related species are known from Mediterranean Sea, Indian waters as well as from Japanese waters. The egg diameter of *M. cephalus* is 0.72–1.08 mm, with a single oil globule measuring 0.28–0.40 mm in diameter. The yolk is not segmented. As the specific gravity of the egg slightly surpasses that of the sea water, the spawned eggs gradually sink. During the course of the egg development many melanophores and xanthophores appear on the embryonal body, yolk surface and oil globule. The oil globule of the newly hatched larva is situated at the posterior part of the yolk. The egg diameter of *S. pinguis* and its related species is 0.69–0.82 mm, with a single oil globule measuring 0.18–0.21 mm in diameter. The yolk is roughly segmented. The melanophores and xanthophores appear on the embryonal body, yolk and oil globule during the course of the egg development. The oil globule of the newly hatched larva is

situated at the anterior part of the yolk.

Scombrina. *Thunnus thynnus* (Linné), *Parathunnus obesus* (Lowe), *Sarda orientalis* (Temminck et Schlegel), *Auxis* sp., *Scomber japonicus* Houttuyn, *S. tapeinocephalus* Bleeker and unidentified species resembling to *S. japonicus*, *Scomberomorus niphonius* (Cuvier et Valenciennes), *S. kuhlii* (Cuvier et Valenciennes), *S. commerson* (Lacépède), *Xiphias gladius* Linné, *Tetrapturus belone* Rafinesque, *Trichiurus lepturus* Linné and *Coryphaena hippurus* Linné are known from Japanese waters and the warm seas of the world.

The diameter of these eggs ranges from 0.9 to 1.9 mm, most species having a single oil globule measuring 0.2–0.6 mm in diameter, but some have several or many oil globules. The yolk is not segmented in many species, but some have segmented yolk. In many species the melanophores and xnathophores appear on the embryonal body, yolk and oil globule, and sometimes on the marginal fin during the course of the egg and larval development. The oil globule of the newly hatched larva is situated at the posterior part of the yolk in many species, but in some species it is situated at the anterior part. As the vertebral number of the fish belonging to this group usually differ according to the family or genus, so, to identify the eggs of this group, the myotome number of the hatched larvae is important characteristic together with the mode of change of the pigmentation during the course of the larval development.

Carangina. *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) and closely related 3 other species, *Decapterus russellii* (Rüppell), *Seriola quinqueradiata* (Temminck et Schlegel) and *Leiognathus nuchalis* (Temminck et Schlegel) are already known from Japanese as well as Indian waters. The egg of carangid fishes ranges 0.7–1.3 mm in diameter, with a single oil globule measuring 0.17–0.33 mm in diameter. The yolk is roughly segmented. During the course of the egg development many melanophores and xanthophores appear on the embryonal body, yolk and oil globule. The oil globule of the newly hatched larva is situated at the anterior part of the yolk and partly protruded from its surface. The number of myotomes of the hatched larva is 26–28, and the anus is situated near the middle of the body and its position does not change during the larval development. In the marginal fin only the xanthophores appear in most species, but in some species a few melanophores also appear.

The egg diameter of *L. nuchalis* is 0.60–0.65 mm, with a single oil globule measuring 0.12–0.15 mm in diameter. The yolk is not segmented. Excepting the lack of pigment in the marginal fin, the pigmentation is similar to those of carangid fishes. The oil globule of the newly hatched larva is situated at the posterior part of the yolk.

Stromateina. *Labracoglossa argentiventris* Peters and the matured egg of *Psenopsis anomala* (Temminck et Schlegel) are known from Japanese waters. The egg is 1.00–1.33 mm in diameter, with a single oil globule measuring 0.21–0.25 mm in diameter. The yolk of *L. argentiventris* is roughly segmented, but this is not the case in *P. anomala*. The hatched larva of *L. argentiventris* has many melanophores, without xanthophores, and the oil globule is situated at the posterior part of the yolk.

Fisheries Laboratory, Faculty of
Agriculture, Kyushu University

Explanation of Plate 39

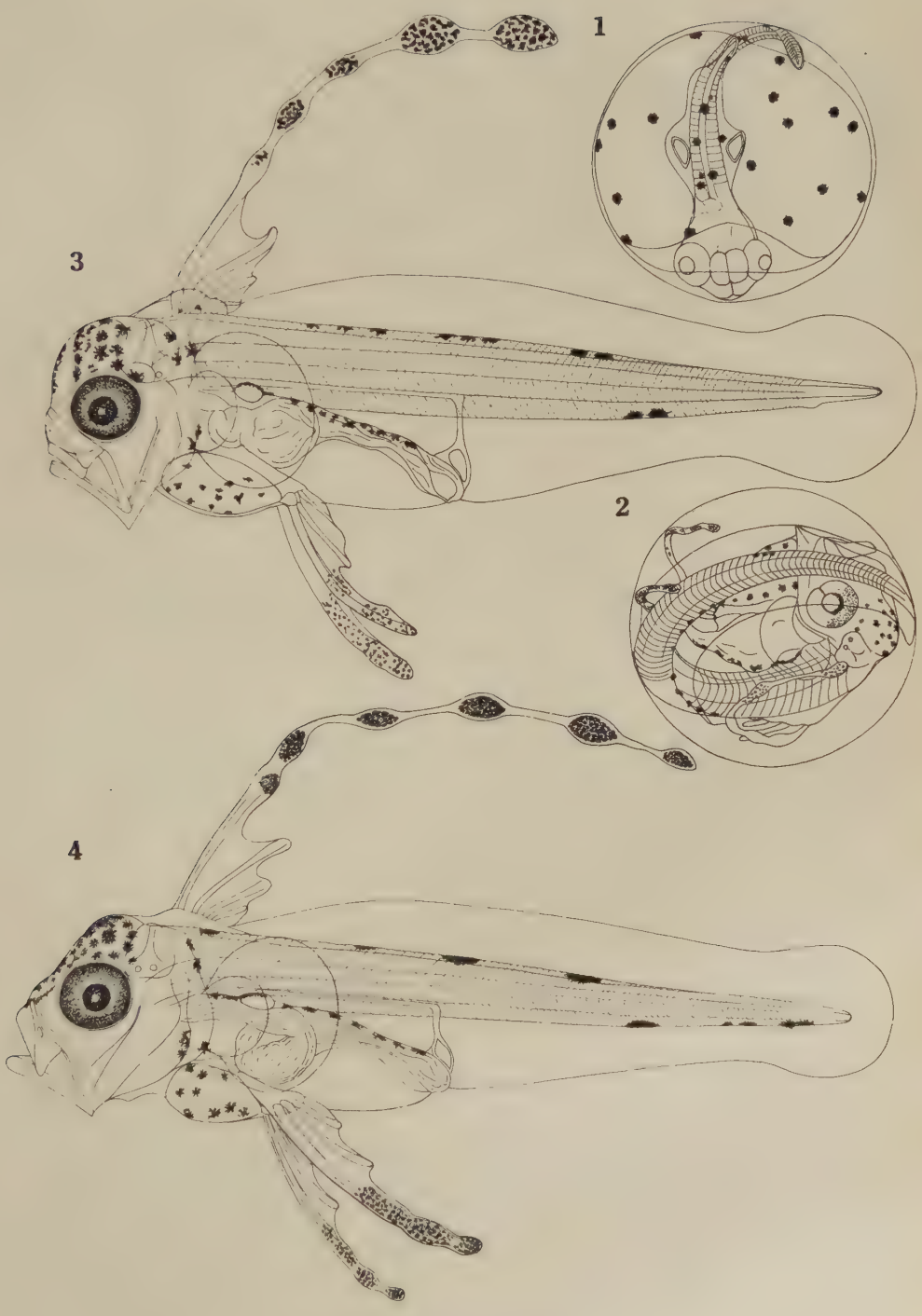
フリソデウオ属の1種　*Trachipterus* sp.

Fig. 1. Pelagic egg, 50–myotome stage, 7 h 30 m after collecting, 1.78 mm in diameter.

Fig. 2. Advanced embryo, 5 days after, 1—1.5 days before hatching (22—24 °C).

Fig. 3. Larva just hatched, 7.12 mm in total length, myotomes 30+57=87.

Fig. 4. Larva 3 days old, 7.56 mm in total length, myotomes 30+57=87.



日本近海に出現する浮游性魚卵—II

Explanation of Plate 40

ソウダガツオ属の1種 *Auxis* sp.

Fig. 1. Pelagic egg, 7h 30m after collecting, 1.04mm in diameter, oil globule 0.26mm.

Fig. 2. 29-myotome stage, 9h 30m after.

Fig. 3. 10h 30m after.

Fig. 4. 14h 30m after, shortly before hatching (24—27°C).

Fig. 5. Empty egg capsule.

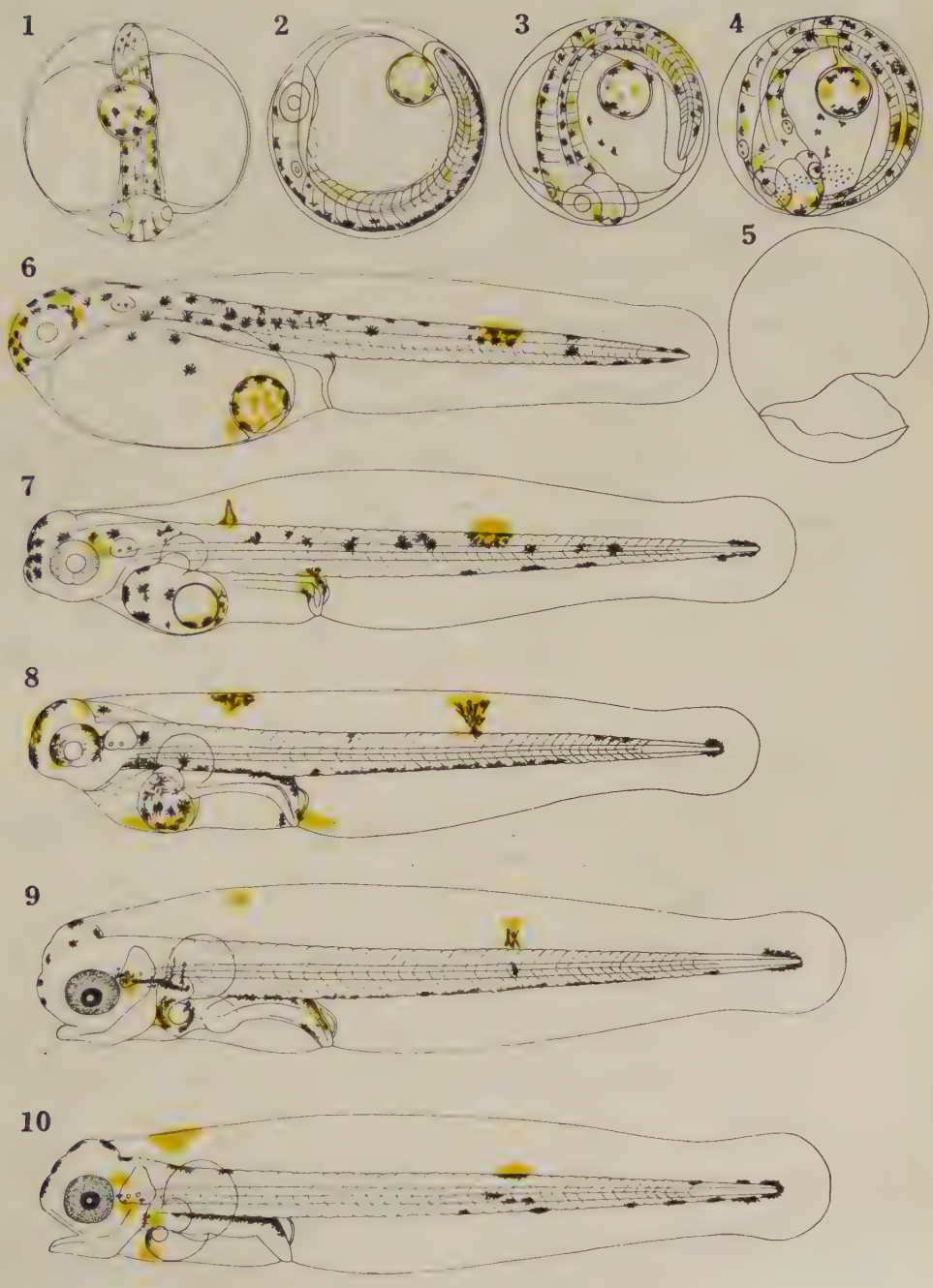
Fig. 6. Larva just hatched, 2.70mm in total length, myotomes 11+32=43.

Fig. 7. Larva 16h 30m after hatching, 3.68mm in total length, myotomes 9+31=40.

Fig. 8. Larva 30h after, 3.58mm in total length, myotomes 9+31=40.

Fig. 9. Larva 42h 30m after, 3.92mm in total length, myotomes 9+32=41.

Fig. 10. Larva 55h after, 3.75mm in total length, myotomes 8+31=39.



日本近海に出現する浮游性魚卵—II

Explanation of Plate 41

ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* Bleeker

Fig. 1. Pelagic egg, 4h 30m after collecting, 1.25mm in diameter, oil globule 0.29mm.

Fig. 2. 21h after, about 5h before hatching (18—23°C).

Fig. 3. Larva 15h after hatching, 4.05mm in total length, myotomes 9+23=32.

Scomber-type, No. 1

Fig. 4. Pelagic egg, 4h after collecting, shortly before hatching, 0.70mm in diameter, oil globule 0.14mm.

Fig. 5. Larva 19h after hatching, 2.16mm in total length, myotomes 11+22=33.

タチウオ *Trichiurus lepturus* Linné

Fig. 6. Pelagic egg, 8-myotome stage, 1h 40m after collecting, 1.72mm in diameter, oil globule 0.40mm.

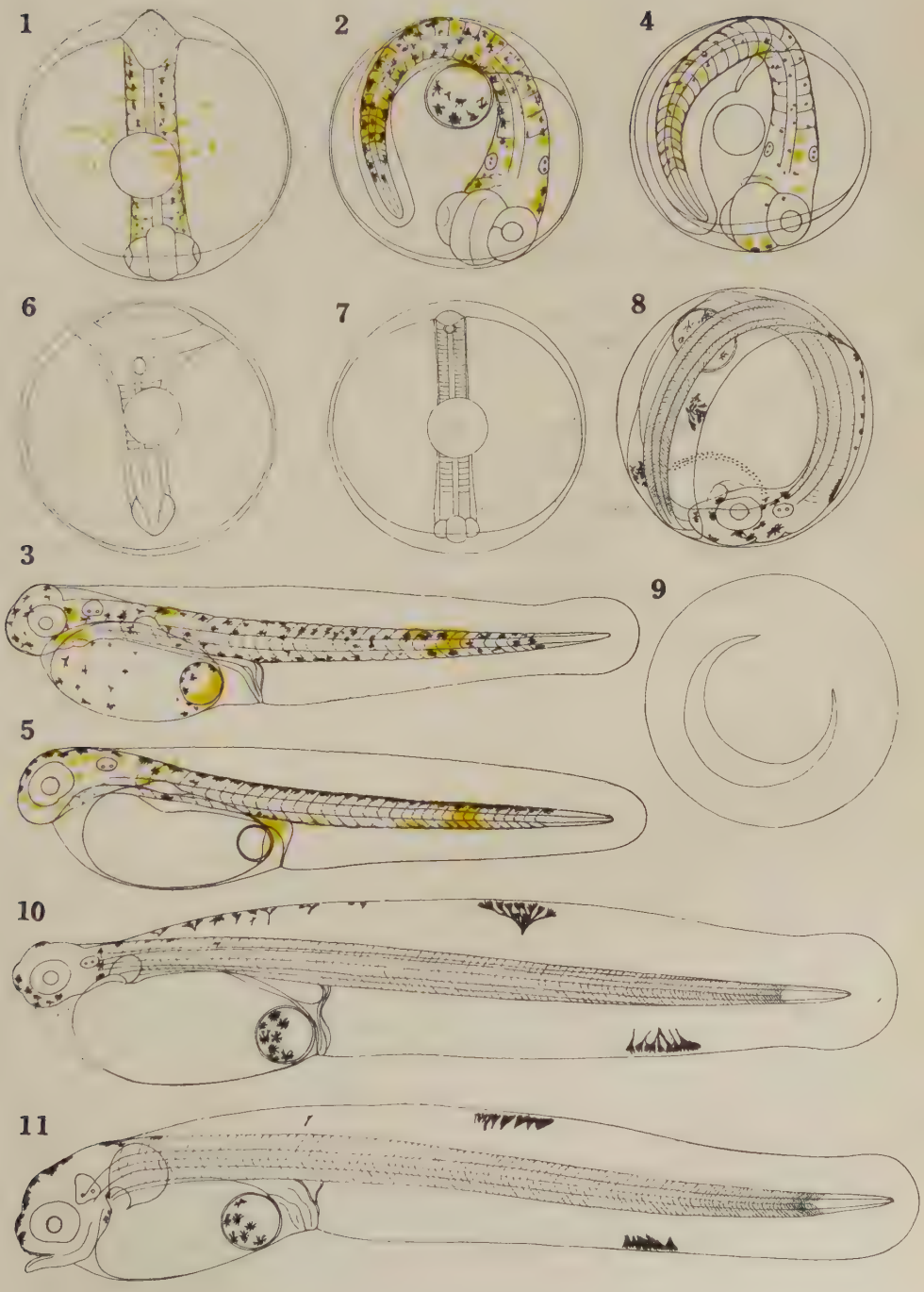
Fig. 7. 8h after.

Fig. 8. 36h after, about 12h before hatching (26—28°C).

Fig. 9. Empty egg capsule.

Fig. 10. Larva just hatched, 5.75mm in total length, myotomes 24+ca. 100.

Fig. 11. Larva 30h after hatching, 6.16mm in total length, myotomes 23+ca. 100.



日本近海に出現する浮游性魚卵—II

Explanation of Plate 42

シイラ *Coryphaena hippurus* Linné

Fig. 1. Pelagic egg, 7-myotome stage, 5h 20m after collecting, 1.42mm in diameter, oil globule 0.33mm.

Fig. 2. 8h 20m after.

Fig. 3. 19h 20m after, about 10h before hatching (24—26°C).

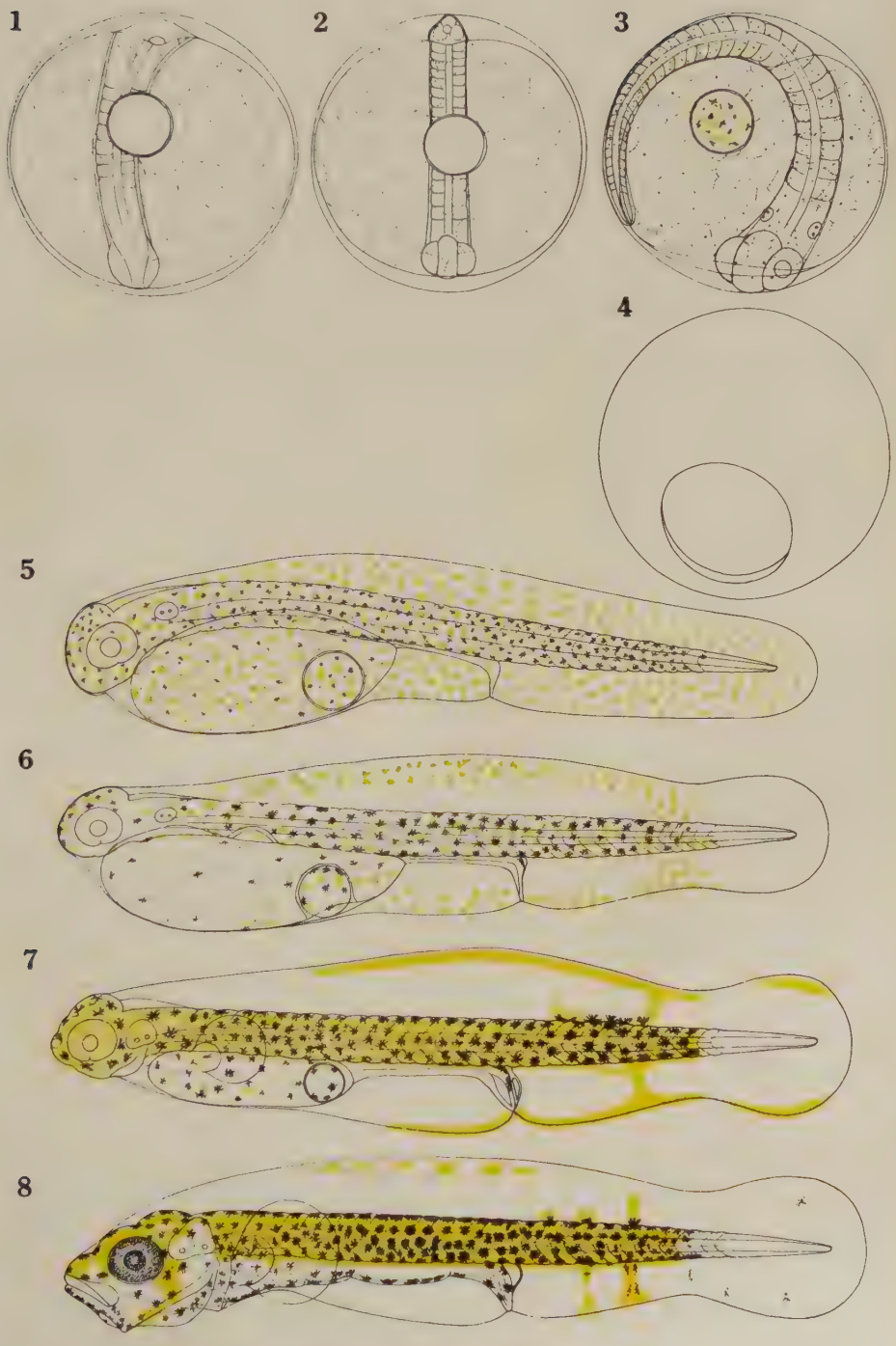
Fig. 4. Empty egg capsule.

Fig. 5. Larva just hatched, 3.95mm in total length, myotomes 17+15=32.

Fig. 6. Larve 5—7h after hatching, 4.30mm in total length, myotomes 17+15=32.

Fig. 7. Larva 1 day old, 5.82mm in total length, myotomes 17+15=32.

Fig. 8. Larva 4 days old, 5.70mm in total length, myotomes 17+15=32.



日本近海に出現する浮游性魚卵—II

Explanation of Plate 43

ブリ *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel

Fig. 1. Pelagic egg, blastula stage, 2h 30m after collecting, 1.19mm in diameter, oil globule 0.30mm.

Fig. 2. Embryo formation, 8h 50m after.

Fig. 3. Appearance of melanophores and xanthophores, 15h after.

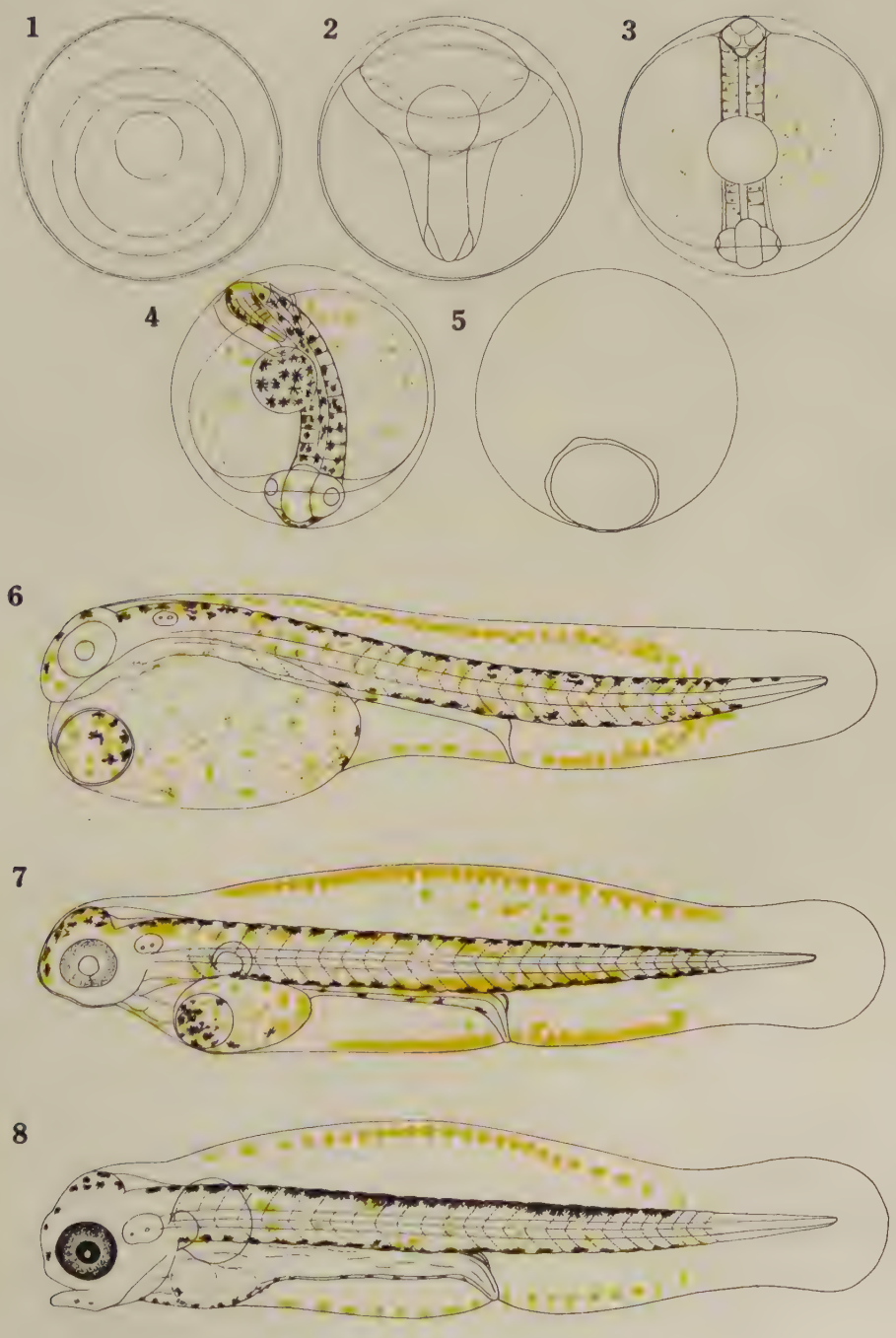
Fig. 4. 26h 30m after, shortly before hatching (23—24°C).

Fig. 5. Empty egg capsule.

Fig. 6. Larva just hatched, 3.00mm in total length, myotomes 14+13=27.

Fig. 7. Larva 1 day old, 3.83mm in total length, myotomes 13+13=26.

Fig. 8. Larva 3 days old, 3.68mm in total length, myotomes 13+13=26.


1
2
3
4
5
6
7
8

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

THE FLOATING SEAWEEDS OF THE SEA TO THE WEST OF KYUSHU

By

Sokichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki, Tadao Yoshida and Shintoku Kamura

(Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan)

It is already known that the floating seaweeds play a certain role for fishes in relation to their spawning or to their habitat of the youngs and juveniles. For example, pacific saury *(Cololabis saira)* and flying fishes lay their eggs on the floating seaweeds, and juveniles of several fishes such as yellowtail *(Seriola quinqueradiata)* grow in accompany with them. And in this connection, the floating seaweeds have been considered to have relations with fisheries of these fishes. However, our knowledge concerning the kind of seaweeds found afloat and their relationship with the fishes has been insufficient. Among the works already done more or less extensively on this subject there are those of PARR (1939) and KIMURA *et al.* (1958). The former work includes a taxonomic and quantitative studies on the floating seaweeds found in the western North Atlantic, and the latter was done with particular attention on the spawning of pacific saury.

Since March, 1957, the authors have taken part in the general programme of study on the floating seaweeds from the phycological view point. Main field for study has been the sea near Tsuyazaki, northern Kyushu, where the Fishery Research Laboratory of Kyushu University locates. Results of the investigations obtained are summarized as follows: (1) The floating seaweeds were found more often near the current rip lying near shore. (2) They were most abundant in quantity in May or June. (3) Species of *Sargassum* composing the floating seaweeds were nearly the same with those found growing on the shore around Tsuyazaki. (4) These species appear seasonally and dominant species alternated one after another, and this phenomenon can be explained from the fact that their growing and fruiting periods differ according to the species. From these results, it is assumed that almost all of the floating seaweeds found in the sea to the north of Kyushu came from the *Sargassum* vegetation growing on the shore along the coasts of northern Kyushu, but this does not exclude the possibility that small amount of them might have come from the sea of western Kyushu or more further southern parts. The basis of this argument lies in the respect that (1) almost all species of *Sargassum*

forming the floating seaweeds of northern Kyushu were identical with those collected along these coasts, and (2) only small quantities of the species belonging to the subgenus *Eusargassum* were met with in this district. However, this assumption will be confirmed after our knowledges on the floating seaweeds of the sea to the west and south of Kyushu are obtained to some extent. At the same time, more extensive information concerning the distiribution pattern of the floating seaweeds will come from the surveys on wider range of the area.

The authors carried out the surveys from the point of view above mentioned in April and June, 1959. Results are reported below and some considerations are made with reference to the distribution and species composition of the floating seaweeds.

Before going further, the authors express their thanks to Mr. SUGIYAMA in the Nagasaki Maritime Safety Office, Mr. MIYOSHI in the Hukue Maritime Safety Base, Mr. YOSHII, captain of the patrol boat "Kikuchi", Mr. HAYASHI, captain of the patrol boat "Murachidori" and their crews, and to Mr. YAZUMI of the Kumamoto Prefectural Fisheries Experimental Station for their kindness shown in the course of surveys. Cordial thanks are also due to Prof. K. UCHIDA at the Faculty of Agriculture, Kyushu University. Mr. FURUKAWA and Mr. MACHIDORI are kind enough to assist the surveys.

General Description of the Sea Condition off the Western Kyushu

Distribution pattern of the floating seaweeds found in the surveyed area must be considered in reference to the sea conditions. For this district, we already have at hand the Report on the Tusima Current Expedition (1958), which are summarized as follows:

The Tusima current branches off the main current of Kurosio at west of Amami-ôsima Island, and flows north passing by the west of Danzyo Islands to the west of Gotô Islands, then goes into Japan Sea through the Tusima straits. On the course to north, a side branch parts from the main current near Danzyo Islands flows to Gotô-nada, which lies between Kyushu and Gotô Islands. This branch takes a turn to the right in the Gotô-nada, changing its characteristics by mixing with coastal waters of western Kyushu, runs to south from Amakusa-nada heading to Kosiki Islands becoming a part of right turning eddy. This eddy is present all the year round at intermediate layer, and becomes stronger in winter. Movement of the surface water of Gotô-nada changes seasonally. Judging from the recovery stations of drift bottles, the surface water flows north in the season from April to July with the effect of southwest dominant wind, and turns to the right in other seasons. These currents are largely affected by the influence of the coastal water of the continent in the west and are also changed by the nature of the coastal waters of Kyushu.

Method

Methods of surveys were much the same to those employed in the surveys

at the sea between Tsuyazaki and Okino-sima Island of northern Kyushu (cf. SEGAWA *et al.* 1960). The number of floating seaweeds appearing on the sea surface of 10 m wide along the course of the boat was recorded every minute according to the weight grades of below 0.1 kg, 0.1–1 kg, 1–10 kg, 10–30 kg, 30–100 kg, and 100–300 kg.

The surveys were conducted along the lines shown in Table 1. The course shown as dotted lines in Fig. 2 was also surveyed, but these were not used here for the basis of consideration on the distribution of the floating seaweeds.

In order to know the distribution of the floating seaweeds, estimated weight of the weed observed every 10 minutes was calculated and shown on the figure as breadths of dark polygonals. Distance of 10 minutes differs according to the speeds of the ships concerned.

The reason for the choice of June when major part of the survey was done is that it is known from the previous surveys of the sea to the north of Kyushu that the floating seaweeds are found most abundantly in the season from May to June. At the same time, this season coincides with the growing period of juveniles and larvae of many fishes in accompany with the floating seaweeds, especially of yellowtail. Therefore the surveys in these months were needed.

Results and Considerations

1. Distribution of the floating seaweeds

As shown in Fig. 2, the floating seaweeds distribute more abundantly on near shore waters and on the sea around Gotô Islands, but less on far off shore area. When the sea condition of this area is taken into consideration, this means that the floating seaweeds are very infrequent in the area where the main stream of Tusima current or its major branches flow, and consequently rather simple in sea conditions and topography. In fact, on these areas, no large floating seaweeds of more than 2 or 3 kg were observed and only small fragment of weeds less than 0.1 kg in weight was rarely found afloat. On the contrary, large quantities of the floating seaweeds are met with in the area with complicated sea condition where eddies and countercurrents occur frequently, especially near the conflicting current rips along the coasts.

These distributional tendencies can be explained by the fact that the floating seaweeds were aggregated along the current ripes which lie near the coast, besides those rips are in short distance from the *Sargassum* vegetation.

Comparing the results obtained from the surveys conducted in April with those in June, there was slight difference in distribution of the floating seaweeds. But the quantity of the floating seaweeds was far less in April than in June. This is caused from the growth cycle of *Sargassum* growing on the shore of these districts. Most species of *Sargassum* mature in late spring or in early summer (cf. SEGAWA *et al.* 1959).

Concerning the Ariake Kai, major part of the floating weeds were of *Zostera*, and floating *Sargassum* was rarely seen on the survey courses figured

with dotted lines in Fig. 2. Floating *Zostera* leaves are frequently observed not only in Ariake Kai, but also in Hakata Bay and other shallow bays where rocky shore is rather scanty.

2. Species of Sargassum constituting the floating seaweeds

Only a few opportunities to collect the floating seaweeds occurred in these surveys. Therefore, the seasonal changes in relative abundance of each species of *Sargassum* were dimly known. The floating seaweeds were collected once in April and in June on the sea to the southeast of Hukue Island. The list of species and relative abundance of each species are given in Table 2. The floating seaweeds collected in April were composed chiefly of *S. serratifolium*, *S. patens* and *S. tortile*, and the species belonging to *Eusargassum* formed very small proportions. On the other hand, of those collected in June, *Eusargassum* species occupied more than 30% in weight. This was true not only in the material from the south of Hukue Island, but also confirmed by the observations made at every part of Gotô-nada while the survey boats were sailing. The species of *Eusargassum* are recognized from the respect that they are yellower and paler in colour than the other species. Considerable quantities of *Eusargassum* species were obtained from the survey on the materials washed ashore at several places around Gotô Islands (i. e., south coast of Hukue Island, Uku Island and Ikituki Island, etc.). Although several species of *Eusargassum* were collected during the survey of the floating seaweeds found in Gotô-nada, these have not been identified as to species. The stations where these *Eusargassum* species were confirmed to grow according to the authors' observation are shown in Fig. 1. These stations are considered to be northern limits of these species which grow abundantly on more southern coasts. The floating seaweeds found in Gotô-nada might be derived from the *Sargassum* vegetation present along the coasts around this area. Most species of *Eusargassum* mature in summer. Therefore, it is natural that they appear more abundantly in June than in April. On the other hand, species belonging to *Eusargassum* appeared in the floating seaweeds composing only a small amount on the coastal waters of northern Kyushu. They did not exceed 2% of the weight even in July when they were most frequently present.

According to the survey performed by the Kumamoto Prefectural Fisheries Experimental Station, drift bottles thrown in Gotô-nada in June or July were carried to north and entered into Iki Passage or Tusima East Passage. It is highly probable when consulting this result that the floating seaweeds drift from Gotô-nada to Genkai-nada, though they may be very small quantities judging from the comparison of the *Sargassum* flora of both areas.

Summary

The floating seaweeds found on the sea to the west of Kyushu were investigated in April and June, 1959. For this purpose, 13 survey lines were chosen. The following results were obtained:

1. The floating seaweeds were found more abundantly near shore waters

of Kyushu and Gotô Islands, and less in off shore area. This is the same as found in the sea to north of Kyushu.

2. In this district, the areas where the floating seaweeds distributed abundantly had complicated sea conditions caused from the eddies or counter-currents and current rips.

3. Very small quantities of the floating seaweeds occurred in the main streams of Tusima current or its branches.

4. On the sea to the west of Kyushu, the floating seaweeds were found abundantly in June, compared with those in April.

5. In June, the floating seaweeds observed at the current rips of Ariake Kai were chiefly composed of *Zostera*. This is the case usually met with in the bays.

6. In this district, while the relative abundance of the species forming the floating seaweeds was much similar in April with those that found in the northern coast of Kyushu, it differed in that large proportions of weeds occupied by the species of *Eusargassum* in June.

Literature Cited

Kimura, K., H. Hotta, S. Fukushima, S. Odate, A. Fukuhara, and M. Naito (1958). Study of the pacific saury spawning on the drifting sea-weeds in the sea of Japan. Bull. Tôhoku Reg. Fish. Res. Lab. No. 12.

Parr, A. E. (1939). Quantitative observations on the pelagic *Sargassum* vegetation of the western North Atlantic with preliminary discussion of morphology and relationships. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. 6(7):1–94.

Segawa, S., T. Sawada, M. Higaki, and T. Yoshida (1959). Studies on the floating seaweeds—III. Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ. 17 (3):299–305.

Segawa, S., T. Sawada, and T. Yoshida (1960). Studies on the floating seaweeds—V. ibid. 17(4):437–441.

Fisheries Agency (1958). Report on the Tusima Current Expedition, Pt. 1.

Fig. 1. General scheme of the sea condition and geographical distribution of *Eusargassum*. Open circles show the absence of *Eusargassum* and solid ones the presence of *Eusargassum*.

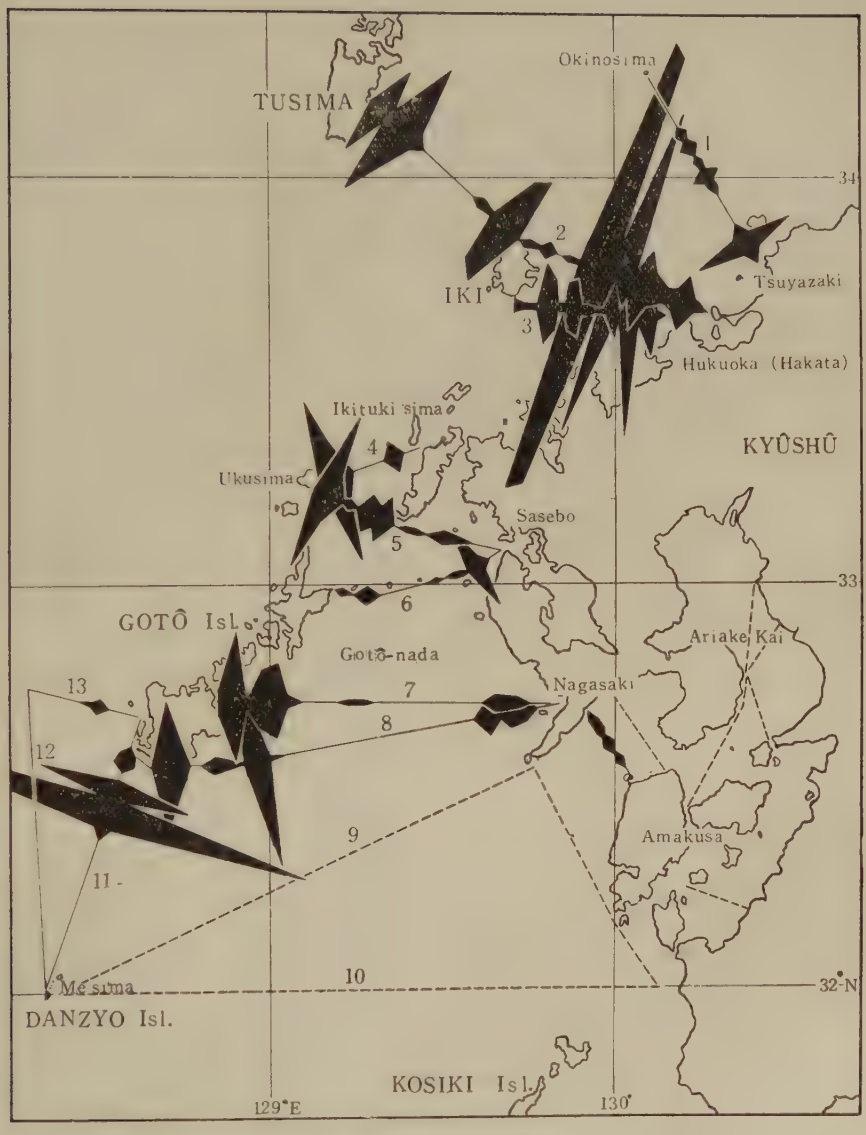


Fig. 2. Survey courses and distribution of the floating seaweeds

Table 1.

	Course Line	Distance	Name of boat	Date	Observer
1.	Tsuyazaki–Okino sima Isl.	60 km	Wakasugi	June, 19, '60	Sawada. Yoshida
2.	Hakata–Katumoto–Izuhara	95	Taisyû maru Isyû maru	„ 7, 9	Segawa, Kamura
3.	Hakata–Gô no ura	50	Taisyû maru	„ 7	„
4.	Ikituki Isl.–Uku Isl.	30	Taiko maru	„ 8	Higaki
5.	Sasebo–Uku Isl.	55	Namizi maru	„ 7	„
6.	Sasebo–Arikawa	50	„	„ 6	Sawada
7.	Nagasaki–Hukue	90	Kaéde maru	„ 6	Yoshida
8.	Nagasaki–Ose saki	115	Huji maru	„ 13	„
9.	Nomo saki–Me sima Isl.	140	Aso	„ 13	Machidori
10.	Akune–Me sima Isl.	165	„	„ 12	„
11.	Tamano ura–Me sima Isl.	70	Muratidori	„ 12	Yoshida, Furukawa
12.	128°17'E, 32°46'N–Me sima Isl.	85	„	„ 12	„
13.	Tamanoura–128°17'E, 32°46'N	30	„	„ 12	„
	Omuta–Simabara	30	Syôkin maru	„ 21	Segawa
	Nagasu–Simabara	15	Syôzyu maru	„ 22	„
	Misumi–Simabara	20	Hatuhime maru	„ 21	„
	Hondo–Simabara	40	Sirakiku maru	„ 22	„
	Aba–Oniike	30	Keizan maru	„ 21	„
	Mogi–Tomioka	25	Nagisa maru	„ 22	„
	Minamata–Usibuka	40	Hagoromo maru	July, 5	Yoshida
1.	Tsuyazaki–Okino sima Isl.	60	Wakasugi	Apr. 15	Sawada, Yoshida
2.	Hakata–Katumoto	95	Taisyû maru	„ 20	Higaki, Yoshida
7.	Nagasaki–Hukue	90	Kaéde maru	„ 23	Segawa, Yoshida
11.	Tamano ura–Me sima Isl.	70	Kikuti	„ 25	„

Table 2. Relative abundance by weight of the species of floating seaweeds

Species	Apr. 26, '60	June 13, '60
S. serratifolium	57.7 %	+
S. patens	19.2	39.5 %
S. tortile	11.5	
S. piluliferum	3.8	26.3
S. horneri	3.8	
S. hemiphyllum	1.9	0.9
S. ringgoldianum	+	
S. thunbergii		0.9
S. (Eusargassum) spp.	+	32.4

流れ藻の海藻学的研究–VI

九州西海域の流れ藻

瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩
吉田忠生・香村真徳

Studies on the floating seaweeds–VI

The floating seaweeds of the West Kyushu region

Sokichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki, Tadao Yoshida and Shintoku Kamura

九州大学農学部学芸雑誌，第18巻　第4号，別冊，昭和36年7月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 18, no. 4, JULY 25, 1961

流れ藻の海藻学的研究–VI[1]

九州西海域の流れ藻[2]

瀬川宗吉・沢田武男・檜垣正浩
吉田忠生・香村真徳

Studies on the floating seaweeds–VI
The floating seaweeds of the West Kyushu region

Sokichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki, Tadao Yoshida and Shintoku Kamura

これまでの我々の研究は主として，九州大学農学部水産実験所のある津屋崎を中心とした九州北部海域の流れ藻を対象として来た．その結果，流れ藻は沿岸近くの潮目に多いこと，1年中で5～6月に量的にもつとも多くなることを明らかにし，流れ藻を構成するホンダワラ類の種類相は津屋崎周辺に生育するものとあまり違いがないことを示した．また，それらの種類の出現は季節的に変化し，それは各種類の生長状態，とくに成熟期と関係があることを知つた．この様な結果から考えて，九州北部海域でみられる流れ藻はそのほとんどすべてがこの付近の沿岸に生育するものであつて，九州西海域またはそれより南から流れて来る可能性は量的にはひじように少ないという考えを持つに至つた（瀬川・沢田・檜垣・吉田，1959 a, b）．その理由は，九州北部海域の流れ藻を構成しているホンダワラ類の種類相が，付近の海岸で採集されるものとだいたい同様であること，および *Eusargassum* 亜属に属するものが量的にひじように少ないことである．しかしこの考えは九州西海域および薩南海域の流れ藻に関する知見が多く得られなければ確実にはならない．また流れ藻の分布についても，さらに広い範囲の海域の調査によつて，海域による差異や一般性のある知識を得る必要がある．

こういつた観点から，1959年4月および6月に九州西海域で調査を行なつた．ここではその結果を報告し，流れ藻の分布や構成種について若干の考察を加えたい．

九州西海域の海況

調査した海域の流れ藻の分布状態は，海況と関連して考察する必要がある．この海域について，対馬暖流開発調査の結果（水産庁，1958）を要約すると次のようになる．

対馬暖流は奄美大島西方で黒潮本流から分岐して男女群島の西側を経て五島列島の西側を北進し，対馬水道を通過して日本海に流入する．その途中男女群島付近から1分枝を生

1. 九州大学農学部水産学教室業績および九州大学農学部付属水産実験所業績．
2. 昭和34年度日本水産学会秋期大会（於　堺）で1部を講演した．

じ，この分枝は五島灘に流入し，西九州沿岸水と接触変質を受けながら転向して右旋渦流の一部となり，天草灘から甑島の方に南下する（Fig. 1）．五島灘の右旋渦流は中層では周年存在し，特に冬季に強勢である．表層水の動きは季節的にいちじるしく変化し，海流瓶投入結果の資料から判断すると，4～7月は南西卓越風のために北流しており，その他の時期には右旋しているようである．

これらの海流は西側の大陸沿岸水系の勢力によつて大きく影響され，また九州沿岸水の発達状況によつても変化する．

方　　法

この調査で用いた方法は，これまで九州北部海域の津屋崎—沖ノ島間の調査の際に用いたものとだいたい同様（瀬川・沢田・吉田，1960参照）で，船首または船橋の片側から10 m幅の海面に出現する流れ藻の個数を1分間単位で記録する．流れ藻の重量区分は0.1 kg以下，0.1～1 kg，1～10 kg，10～30 kg，30～100 kg，100～300 kg，300 kg以上とした．

調査は Table 1 に示した線上で行なつた．このうち，Fig. 2 に点線で示したものは同

Table 1.

	コース	距離	船	調査月日	観察者
1	津屋崎—沖ノ島	60 km	わかすぎ	6月19日	沢田・吉田
2	博多—勝本—厳原	95	大衆丸・壱州丸	〃 7,9日	瀬川・香村
3	博多—郷ノ浦	50	大衆丸	〃 7日	〃　〃
4	生月島—宇久島	30	大古丸	〃 8日	桧垣
5	佐世保—宇久島	55	波路丸	〃 7日	〃
6	佐世保—有川	50	〃	〃 6日	沢田
7	長崎—福江	90	楓丸	〃 6日	吉田
8	長崎—大瀬崎	115	むらちどり	〃 13日	〃
9	野母崎—女島	140	あそ	〃 13日	待鳥
10	阿久根—女島	165	〃	〃 12日	〃
11	玉之浦—女島	70	むらちどり	〃 12日	吉田・古川
12	128°17′E. 32°46′N—女島	85	〃	〃 12日	〃　〃
13	玉之浦-128°17′E. 32°46′N	30	〃	〃 12日	〃　〃
	大牟田—島原	30	升金丸	〃 21日	瀬川
	長州—島原	15	松寿丸	〃 22日	〃
	三角—島原	20	初姫丸	〃 21日	〃
	本渡—島原	40	白菊丸	〃 22日	〃
	網場—鬼池	30	瓊山丸	〃 21日	〃
	茂木—富岡	25	渚丸	〃 22日	〃
	水俣—上平	20	羽衣丸	7月 5日	吉田
1	津屋崎—沖ノ島	60	わかすぎ	4月15日	沢田・吉田
2	博多—勝本—厳原	95	大衆丸	〃 20日	桧垣・吉田
7	長崎—福江	90	楓丸	〃 13日	瀬川・吉田
11	玉之浦—女島	70	きくち	〃 25日	〃　〃

様に調査を行なつたが，ここでは考察の資料として用いなかつた．

流れ藻の分布状態を知るために，流れ藻の推定重量を 10 分間ごとに計算し，図上に示した（Fig. 2）．ここで黒い多角形の横幅はその 10 分間に見られた流れ藻の推定重量を示している．船によつて速力が違うので，10 分間の距離は等しくはない．

主な調査を 6 月に行なつたのは，すでに報告した九州北部海域での調査の結果（瀬川・沢田・吉田，l. c.），この頃が 1 年中でもつとも流れ藻の多い時期にあたつているからである．また春から夏にかけては流れ藻に伴なつて生活する魚類，とくにブリの稚魚の生育時期にも当つているので，この時期の調査がとくに必要であると考えられる．

Fig. 1. Scheme of the Tusima Current and its branches off the western coast of Kyushu.

結果と考察

1. 流れ藻の分布

Fig. 2 に示した結果は，今回調査した海域のいずれの部分についても流れ藻は沿岸に多く，沖合に少なかつたことを示している．これは海況や地形があまり複雑でない対馬暖流の主流または優勢な支流の存在する海域には流れ藻がひじように少ないということであり，特にこのような場所では大型の流れ藻は見られず，0.1 kg 以下のもののみを見ることが多い．反対に渦流や反流の生じやすい海域，とくに沿岸に沿つた複雑な潮目，たとえば壱岐水道，福江島南岸，阿久根沖などには多量の流れ藻が集まつていた．このことは藻場に近いということの他に，沿岸水と沖合水の潮目に流れ藻が集まり，その潮目の位置が岸からあまり距たらないことで説明できよう．

4 月に行なつた調査の結果を 6 月のものと比較すると，分布状態に関してはたいした違いは認められなかつた．しかしその量ははるかに少なかつたということができ，これは春

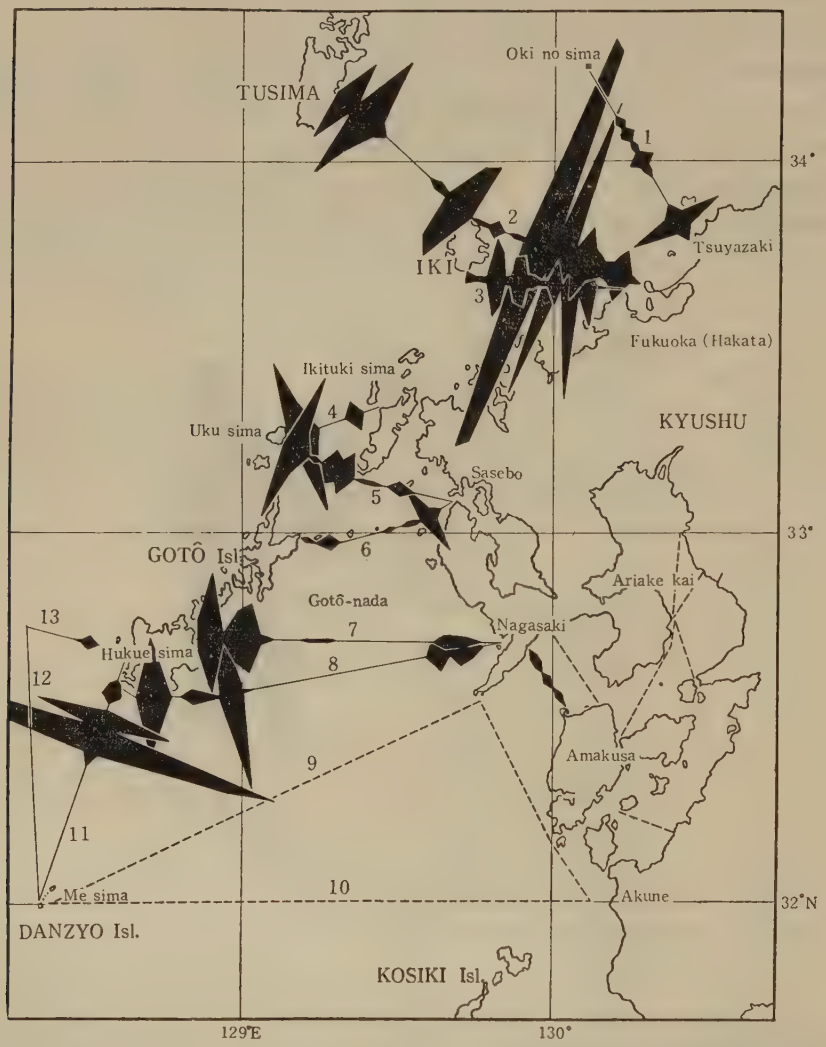


Fig. 2. Thirteen survey lines. The amount of the floating seaweeds observed every ten minutes is shown in perpendicular extent to each lines.

季九州西海域一帯の流れ藻を構成するホンダワラ類の多くのものが生長を終り，成熟する時期が6月前後にあたることに起因するものであろう(瀬川・沢田・檜垣・吉田，1959 c).

Fig. 2 の点線で示した部分，とくに有明海内を走る定期船による諸航路の調査結果は，湾口付近の一部を除き，ホンダワラ類を中心とする流れ藻はほとんど見られず，潮目と思われる付近には内湾性のアマモ，その他海苔ヒビ，ホテイアオイ等の浮游がみられた．このことは磯の乏しい有明海ばかりでなく，博多湾内などでも夏季に見られるので，特にいちじるしいものだとは考えられない．Fig. 2 に示した茂木—富岡，その他水俣—牛深では，わずかながらホンダワラ類の浮游がみられたが，湾口付近の海況はとくに複雑であると考えられるので，これに考察を加えることはできない．

2. 流れ藻を構成するホンダワラ類

今回の調査では流れ藻を採集する機会はわずかしかなく，各種類の季節的な消長をくわしく知ることはできなかつた．4月と6月に1回ずつ福江島の南東方で流れ藻を採集した．その構成種と割合は Table 2 に示す通りである．すなわち，4月に採集したものではノコギリモク，ヤツマタモク，ヨレモクが大部分を占め，*Eusargassum* 亜属に属するものはごくわずかしか含まれていなかつた．一方6月のものでは *Eusargassum* に属する種類が合計して30% 以上を占めていた．このことは福江島南方においてだけでなく，五島灘の各処で航行中に観察された流れ藻についても認められた．*Eusargassum* に属する種類は色が淡く，黄色のものが多いことで他の種類と区別することができる．五島灘周辺の沿岸（福江島南岸，宇久島，生月島など）の打ち上げ海藻の調査でもこの時期に相当量の *Eusargassum* の種類が得られた．*Eusargassum* に属する種類は，五島灘の流れ藻中に数種出現するが，種の同定はまだできていない．これらの種類が生育している場所をしらべてみると，現在ま

Table 2. Relative abundance by weight of the species of the floating seaweeds.

Specific name	Apr. 26	June 13, '60
S. serratifolium ノコギリモク	57.7%	+ %
S. patens ヤツマタモク	19.2	39.5
S. tortile ヨレモク	11.5	
S. piluliferum マメタワラ	3.8	26.3
S. horneri アカモク	3.8	
S. hemiphyllum イソモク	1.9	0.9
S. ringgoldianum オオバモク	+	
S. thunbergii ウミトラノオ		0.9
S. (*Eusargassum*) spp.	+	32.4

Fig. 3. Distribution of *Eusargassum* species. Solid circles show where *Eusargassum* species were ascertained to grow on the shore, and open circles show where they were found only washed ashore.

で筆者等が潜水調査などによつて確認した範囲内では Fig. 3 のようである．すなわち，五島では福江島南部，九州本島側では野母崎，富岡，牛深に相当量の *Eusargassum* の種類が生育している．これらの地域が，これらの種類の北限に近いと考えられ，それより南ではふつうに産する．五島灘の流れ藻には，その周辺の藻場からこれらの種が混入するものであろう．*Eusargassum* の種類はふつう夏に成熟するものであるから，4月には少なく，6月に相当量が流れ藻に出現したのは当然のことと考えられる．他方，九州北部沿岸の流れ藻には *Eusargassum* に属する種類は夏期にわずか出現するのみであり，もつとも多い7月でも流れ藻の重量の2％を越えることはほとんどない．

熊本水試の調査（水産庁，1958）によれば，6～7月に五島灘で投入した海流瓶は大部分北に向かつて流れ，壱岐水道および対馬東水道に入る．これから考えて，五島灘の流れ藻が玄界灘に流れて来ることは充分に考えられることではあるが，流れ藻を構成しているホンダワラ類の種類相，および現在までに得られた資料からみて，量的にはわずかなものであると思われる．

要　　約

1959年4月および6月に九州西海域（Fig. 2）において流れ藻を調査し，次のような結果を得た．

1. 九州北部海域にみられたと同様，流れ藻は沖合より沿岸に多く，五島列島付近にも相当量がみられた．

2. 当海域において，流れ藻が多量にみられたところは，海況が複雑で，渦流・反流の生じやすいところ，および沿岸近くの潮目である．

3. 対馬暖流の主流一帯および優勢な支流の中には流れ藻はごく少量しかみられなかつた．

4. 九州西海域においては，流れ藻は4月より6月の方が多かつた．

5. 6月の調査では，有明海内の潮目にはホンダワラ類よりもむしろアマモが多かつた．これは初夏に各地の内湾でみられる傾向である．

6. 九州西海域の流れ藻を構成するホンダワラ類の種類相は，4月には九州北岸のものと大差なかつた．6月には *Eusargassum* 亜属に属する種が流れ藻の重量の 30% 以上を占めていた（北九州沿岸では7月に2％以下）．

この研究は日本ユネスコ国内委員会委託研究「海洋生産力増強に関する基礎的調査研究」の一部として行なつたものである．

調査にあたつていろいろと便宜を計つていただいた長崎海上保安部畑駿三郎部長，杉山無事生保安官，福江海上保安署三吉美徳署長，巡視船“きくち”の吉井鴻船長，“むらちどり”の林和弘船長および乗組員の方々，熊本水試牛深分場の矢住州章技師に深謝すると共に，研究上色々と便宜をいただいている九州大学名誉教授内田恵太郎博士に謝意を表する．調査には一部九州大学農学部水産実験所古川哲二君，水産学科学生待鳥精治君の協力を得た．

引 用 文 献

瀬川宗吉・沢田武男・桧垣正浩・吉田忠生，1959 a．流れ藻の海藻学的研究－I．九大農学芸雑誌，**17**(1)：83-89.

————・————・————・————，1959 b．流れ藻の海藻学的研究－II．同誌，**17**(3)：291乃至297.

————・————・————・————，1959 c．流れ藻の海藻学的研究－III．同誌，**17**(3)：299乃至305.

瀬川宗吉・沢田武男・吉田忠生，1960．流れ藻の海藻学的研究－V．同誌，**17**(4)：437–441.

水産庁，1958．対馬暖流開発調査報告書，第1輯.

Summary

The floating seaweeds found on the sea to the west of Kyushu were surveyed in April and June, 1959. For this purpose, thirteen survey lines were chosen in this area. Following results were obtained:

1. The floating seaweeds were found more abundantly near shore waters and coastal front of Kyushu and Gotô Islands, and less in offshore area. In this district, the areas where the floating seaweeds distributed abundantly had complicated sea conditions caused from the eddies or counter currents and current rippes. Very small quantities of the floating seaweeds occurred in the main streams of Tusima Current or its branches. This is same as found in the sea to the north of Kyushu.

2. On the sea to the west of Kyushu, the floating seaweeds were found abundantly in June, compared with those of April. In this district, while the relative abundance of the species forming the floating seaweeds was much similar in April with those that found in the northern coast of Kyushu, it differed in that large proportions of weeds occupied by the species of *Eusargassum* in June.

3. In June, the floating seaweeds observed at the current rippes of Ariake Kai were chiefly composed of *Zostera*. This is the case usually met with in the bays.

流れ藻の海藻学的研究—VII

壱岐・対馬東水道の流れ藻量の季節的変化

瀬川宗吉・沢田武男
檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds–VII

Seasonal changes in the amount of the floating seaweeds found on Iki- and Tusima Passages

Sôkichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki and Tadao Yoshida

九州大学農学部学芸雑誌，第19巻第1号，別冊，昭和36年11月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 19, no. 1 November 25, 1961

流れ藻の海藻学的研究—VII[1]

壱岐・対馬東水道の流れ藻量の季節的変化[2]

瀬川宗吉・沢田武男
檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds–VII
Seasonal changes in the amount of the floating seaweeds found on Iki- and Tusima Passages

Sôkichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki, and Tadao Yoshida

対馬暖流が日本海へ流入する流路である対馬東水道および壱岐水道の流れ藻については，1957年 7～9月に4回にわたつて調査を試みた（瀬川・沢田・檜垣・吉田，1959）が，その後流れ藻に関するわれわれの知見が増大するとともに，夏から秋にかけての調査だけでは不充分であることを感じ，一年を通じて観察をつづけることが必要であると考えた．流れ藻の量の季節的変化や分布状態については，すでに九州北岸の津屋崎～沖の島間で周年調査を行ない，その結果を報告した（瀬川・沢田・吉田，1960）．今回は 1959年1月から12月まで毎月1回，九州郵船株式会社の博多～対馬間の定期船大衆丸および壱州丸によつて流れ藻の調査を行ない，流れ藻の分布状態と，その季節的変化について知ることができた．

結果の数学的解析について御教示をいただいた九州大学理学部森下正明博士，小野勇一氏に深謝する．また調査にあたつていろいろ便宜を与えられた九州郵船株式会社の方々，および調査に協力された琉球大学文理学部香村真徳氏に謝意を表する．

調　査　方　法

調査は定期船によつたので，そのコースは壱岐での寄港地によつて多少違つている（Fig. 1）．方法はすでに報告した津屋崎～沖の島間の調査の際に用いたものとだいたい同様である．すなわち天候のゆるすかぎり船首で，雨が降つているときには船橋の片側から流れ藻を観察し，1分間ごとにその大きさの階級にわけて数え，記録した．観察は船の幅とだいたい等しい 10 m 幅の海面に限定して天候や海況による誤差を少なくし，また視力の個人差が入らないようにした．船の速度は一定ではないが毎分 320 m から 380 m であつた．結局幅 10 m，長さ 320～380 m の帯状の海面に現われる流れ藻を記録したことになる．流

1) 九州大学農学部水産学教室業績，九州大学農学部付属水産実験所業績．
2) 日本水産学会年会（1960年4月，東京）で一部を発表した．

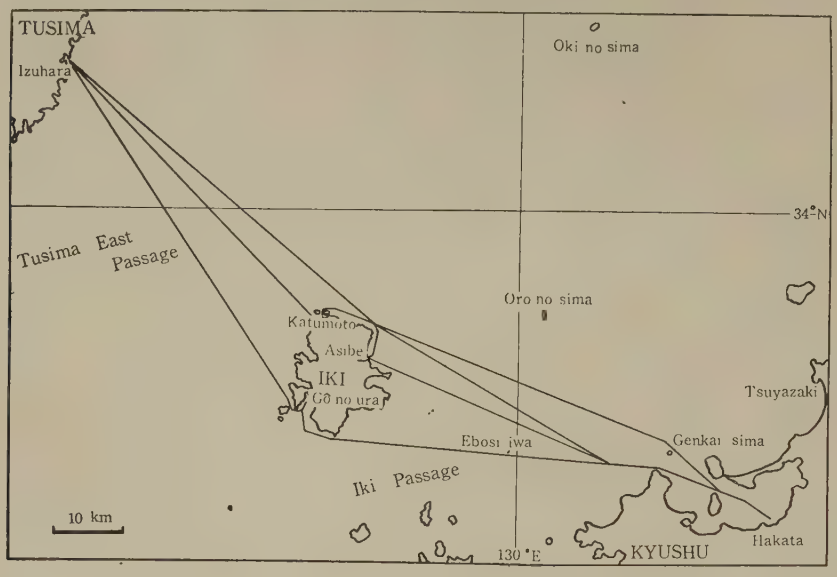


Fig. 1. Map showing the survey courses on the water off northern Kyushu.

れ藻の大きさはその重量によつて 0.1 kg 以下，0.1～1 kg，1～10 kg，10～30 kg，30～100 kg 等の階級にわけた．ただし1月および2月の調査では以前用いていた 1 kg 以下，1～10 kg，10～50 kg，50～100 kg の区分を用い，1 kg 以下でひじように小さいものは特に区別した．観察された流れ藻の重量推定はこれまで津屋崎近海で行なつていた調査の経験によつたが，個人差を少なくするために全員で練習をおこなつた．

船のコースは往復とも同じ場合もあり，往復で違つている場合もあるが，流れ藻の量の季節的変化をあつかう場合にはそれを区別せず，往復の合計をし，得られた各階級の流れ藻の数にその階級の平均重量を掛け合わせて推定重量とした．平均重量としては，その階

Table 1. Courses and observers.

Month	Course		Name of ship	Observer
	First day	Second day		
1	Hakata–Gônoura–Izuhara	Izuhara–Gônoura–Hakata	Taisyû maru	Segawa and Yoshida
2	Hakata–Gônoura–Izuhara	Izuhara–Gônoura–Hakata	Taisyû maru	Sawada and Yoshida
3	Hakata–Asibe–Izuhara	Izuhara–Katumoto–Hakata	Taisyû maru	Sawada
4	Hakata–Asibe–Izuhara	Izuhara–Katumoto–Hakata	Taisyû maru	Higaki and Yoshida
5	Hakata–Gônoura–Izuhara	Izuhara–Asibe–Hakata	Taisyû maru	Kamura and Yoshida
6	Hakata–Gônoura Asibe–Izuhara	Izuhara–Katumoto–Hakata	Taisyû maru Isyû maru	Segawa and Kamura
7	Hakata–Gônoura–Izuhara	Izuhara–Gônoura–Hakata	Isyû maru	Kamura and Machidori
8	Hakata–Gônoura–Izuhara	Izuhara–Gônoura–Hakata	Taisyû maru	Kamura and Yoshida
9	Hakata–Asibe–Izuhara	Izuhara–Katumoto–Hakata	Taisyû maru	Higaki and Yoshida
10	Hakata–Katumoto–Izuhara	Izuhara–Asibe–Hakata	Taisyû maru	Sawada and Yoshida
11	Hakata–Katumoto–Izuhara	Izuhara–Asibe–Hakata	Taisyû maru	Sawada and Yoshida
12	Hakata–Asibe–Izuhara	Izuhara–Katumoto–Hakata	Taisyû maru	Sawada and Yoshida

級の区切りを対数目盛でとつたときの中央の値，たとえば 1～10 kg のものでは約 3 kg を用いた．

各月の調査担当者とコースは Table 1 のとおりである．

結　　果

1） 流れ藻の量

各月の調査の際に観察された流れ藻の推定重量を前述のようにして計算した．その結果は Fig. 2 に示すとおりである．これは往復 2 回の調査結果を合計したもので，そのコースは Table 1 のように往復とも同じ場合もあるが，違うこともあり，このようなコースの違いによつて潮目との位置関係から観察される流れ藻の量に差が出てくることも考えられるが，その点まだ不明であるので区別せずに示した．博多～壱岐間（壱岐水道）と，壱岐～厳原間（対馬東水道）とを比較すると季節的な変化の傾向は同様で，冬季にはひじように少なく 4 月頃から増加しはじめ，流れ藻がもつとも多量にみられたのは 6 月で，8 月以後はずつと少なくなつている．しかしその量にはそうとうの違いがあり，壱岐水道で 1

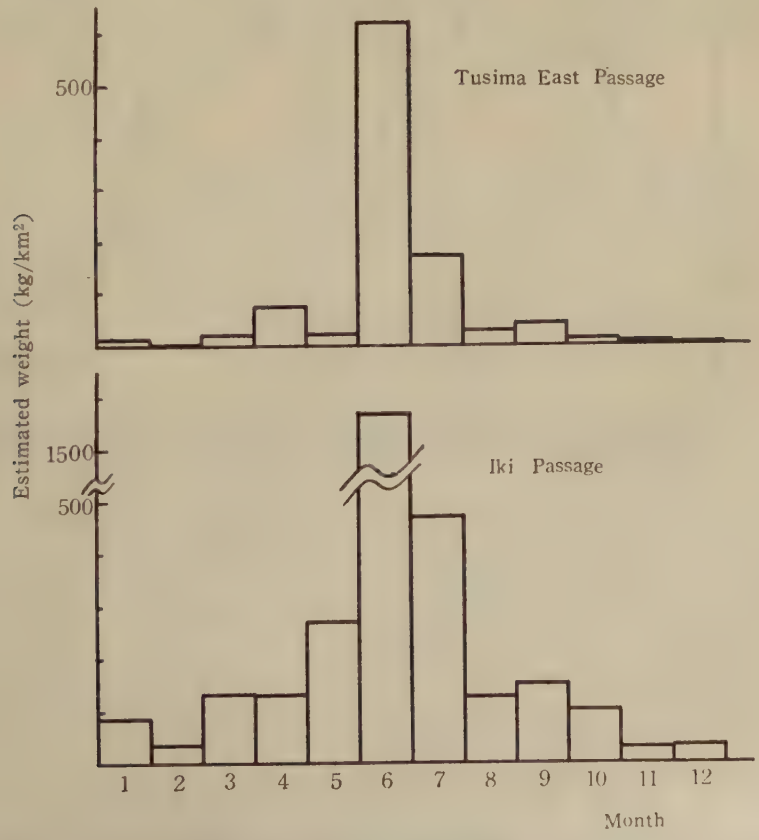


Fig. 2. Seasonal changes in estimated weight per square kilometre of the floating seaweeds observed along the course.

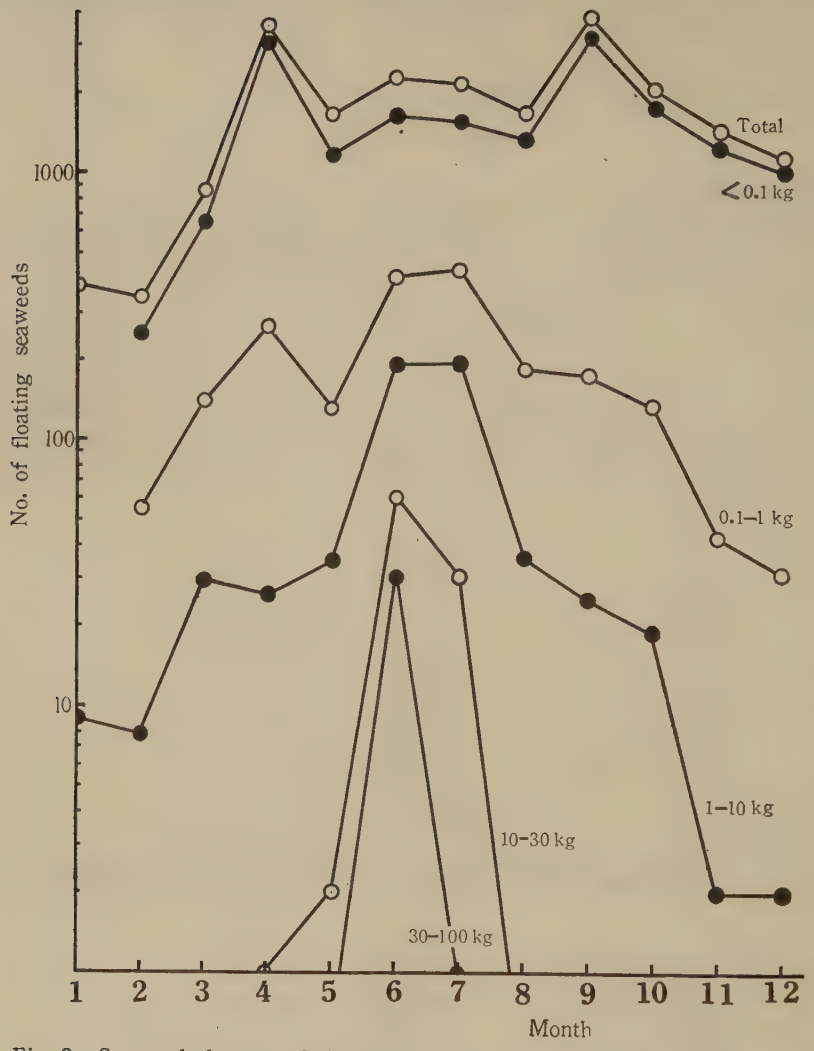


Fig. 3. Seasonal changes of the number of the floating seaweeds observed.

年間を通じていつも多い．これを単位面積当りの量に換算して比較してみると，Fig. 2 のように対馬東水道では壱岐水道におけるよりもずつと少なく，1/3 から 1/10 であつた．

コース上で観察された流れ藻の数も季節的にいちじるしく変化する．Fig. 3 に示すように観察された流れ藻の数は 4 月と 9 月にいちじるしく多く，流れ藻の推定重量がもつとも多い 6 月にはそれよりも少ない．これは同図でみられるように流れ藻の量が多い 5～7月には大型の流れ藻が現われることによつている．

この調査で用いた流れ藻の重量区分の各階級のものの数を 6 月の調査を例としてまとめてみると Fig. 4 のようで，もし 0.1 kg 以下のものを同様に対数スケールで細分して数えたとすれば，おそらく対数正規曲線に近づくであろうと考えられる．

2) 流れ藻の分布状態

流れ藻がこの海域のどの部分に多く分布していたかを知るために調査結果の流れ藻数を10分ごとにまとめて集計し，その10分間にみられた流れ藻の推定重量を前述のようにして計算し，図示した（Fig. 5）．ここでは簡単のために往路の分のみを示した．この図で横軸は博多港からの距離を表わしている．これから明らかなように，対馬東水道では中央部はいつも流れ藻が少なく，中央の20 km くらいの間には1 kg以上のものをみることはごく稀で，もしあっても孤立点在している．これに反し壱岐水道では4～6月には玄界島の西から小呂島～烏帽子岩の間に潮目があるらしく，大型の流れ藻が多数みられる．7～9月になるとそれより南側，壱岐の南東方に多い．

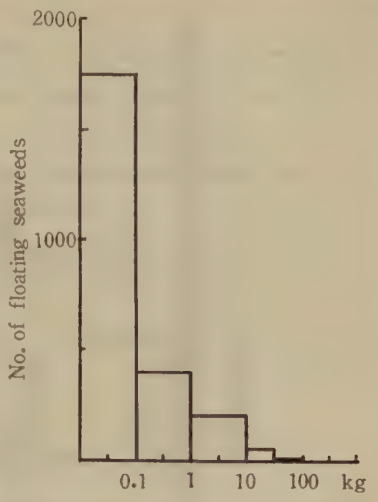


Fig. 4. Weight grade-number relation of the floating seaweeds found in June.

考　　察

1) 流れ藻量について

ある海面に現われる流れ藻量の季節的な変化については，すでに1958年5月から1959年6月まで津屋崎～沖の島間でも同様な調査を行なつた（瀬川・沢田・吉田，1960）．その結果と比較すると，津屋崎～沖の島間の海域では流れ藻の量は5月に最大となつているが，今回の壱岐水道および対馬東水道の調査では6月に最大になつており，7月にも5月よりも多量の流れ藻がみられていて，量が最大になる時期に約1カ月の差がある．これはこの付近の海流の消長，潮目の位置などとも合わせて考察される必要があるが，現在のところ，その資料がない．

流れ藻の多い5～7月には大型の流れ藻が多くみられる．これは，これら流れ藻を構成しているホンダワラ類の多くがこの時期に成熟期に達するか，成熟期を過ぎ，1個体がその最大の大きさになつているという成長の周期と関連して理解される（瀬川・沢田・桧垣・吉田，1959）．この点さらに藻場の調査によつて確認される必要があると思われる．

この調査でみられた流れ藻量のもつとも多いときの量は，6月の推定重量1,670 kg/km^{2}であるが，これはParr (1939) がSargasso Seaについて出した単位面積当りの平均重量5,367 kg/square nautical mileに近い値である．

2) 分布について

10月から3月までの流れ藻の少ない時期には流れ藻は大部分小型のものであり，陸地に近いところにわりあいに多く，ことに九州本土側に多く，博多湾内でも見られるが，その他の部分ではとくに一定した傾向はみられない．

小さなものを除外して1 kg以上の流れ藻のみを考慮すると，4月から6月にかけては小呂島と烏帽子岩の間にとくに大型の流れ藻が多数浮游しており，がいして大型のものは玄

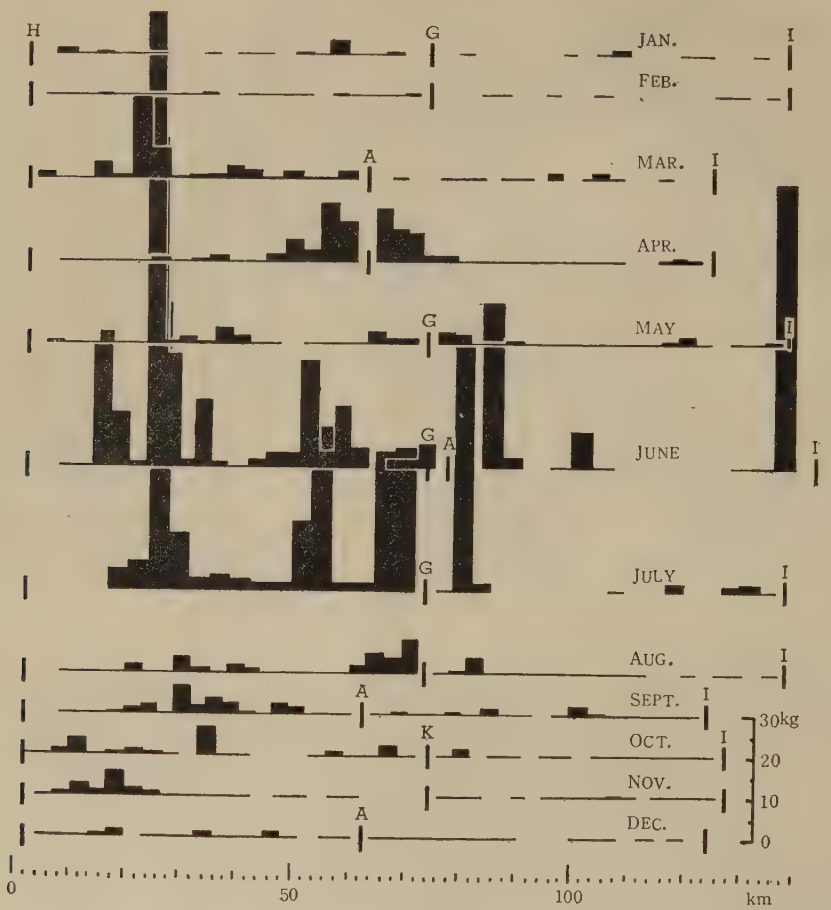


Fig. 5. Distribution of the floating seaweeds along the course. H: Hakata, G: Gô no ura, I: Izuhara, A: Asibe, K: Katumoto.

界島の西方から小呂島と烏帽子岩の間に多いといえる.

7月から9月にかけてはそれより南側，玄界島付近と壱岐南岸に多い.

壱岐水道および玄界灘の海流はひじように複雑であり，この場合上記のような流れ藻の分布状態との明確な関連をつけて説明することは困難であるが，比較的風が弱いときには流れ藻の集団の位置と潮目の位置とはよく一致するであろうから，初夏の間，小呂島付近にあつた潮目が秋になると漸次南下してくるというこれまでの観察（水産庁，1958）を裏付けるものである．別に報告する標識をつけた流れ藻の移動に関する知見（瀬川・沢田・檜垣・吉田，1961）から，流れ藻は風によつてそうとう影響をうけて移動することが明らかなので，冬季の北西季節風の強いときには九州本土側に流れ藻が多いことはよういに理解できる.

壱岐水道における流れ藻の分布状態については，さらにこのいくつかのコースを同時的に調査すればこの関係がはつきりすると考えられる.

流れ藻が陸地に近い潮目に多く集まつていることはすでに報告したが，分布様式に関す

る数学的な解析を行なえばさらにくわしく理解することができる．すでに述べたように，この調査は幅 10 m，長さ 320～380 m の面積を単位として行なつているので，これを 1 つの quadrat として取り扱かい，その単位面積中に出現した流れ藻の数をその大きさを考慮せずにまとめた．これについて Morisita (1959) の方法によつて I_δ を計算する[1]と，この値は各月とも 1 よりもいちじるしく大きくなつてひじように集中的な分布をしていることが明らかになる．分布様式および集中分布の場合の塊 (clump) の大きさを判定するため，2 月，4 月，6 月，8 月の 4 回について，2 分・4 分・8 分……と観測時間を変えて quadrat size を大きくして行つたときの I_δ の値の変化と，$I_{\delta(s)}/I_{\delta(2s)}$ の変化の状態をみると Fig. 6 のようになる．この 2 つのグラフから判断すると，集中の程度は 2, 4, 6月はだいたい同様であり，8 月はそれらよりも集中の程度が高い．さらに各月の集中の状態についてみると，2 月には 4～8 分 (約 1km～3 km) の大きさに集中して塊りを作つている．しかしこの資料からはその塊りの中でどのような分布をしているかは判定できない．4 月には，4～8 分の quadrat size のところに塊りがみとめられ，それらの塊りが集まつたかたちで 64 分の大きさ (約 20 km) の集中が顕著に認められる．そしてこの大きな集中の中で 4～8 分の大きさの塊りがやや random に分布している．6 月には塊りの大きさが不明瞭で，小さな塊りと大きいものとがみられる傾向があり，4 月にみられた 64 分のとこ

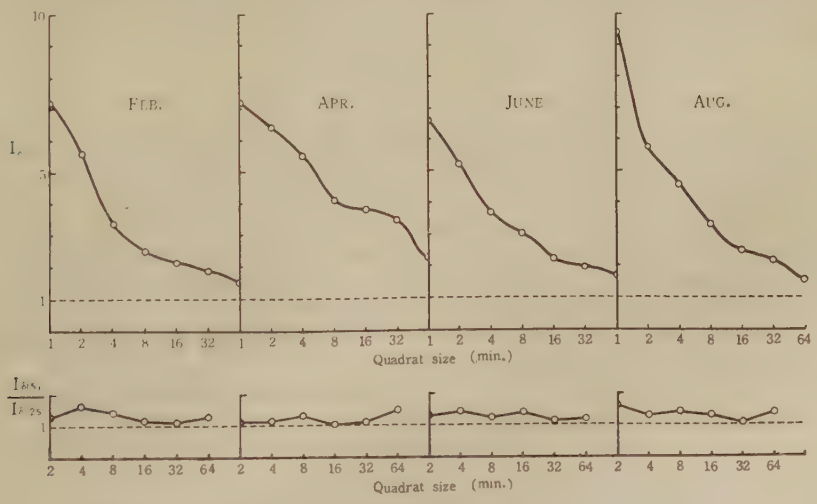


Fig. 6. Upper graphs show I_δ-quadrat size relations computed with the data secured in February, April, June, and August, and the lower $I_{\delta(s)}/I_{\delta(2s)}$ curves for each months.

1) Morisita (1959) によれば I_δ は次式

$$\delta=\sum n_i\frac{(n_i-1)}{N(N-1)} \qquad I_\delta=\delta\times q$$

n_i：Quadrat 中の流れ藻数　N：全 Quadrat 中の流れ藻数　q：Quadrat の数

によつて計算され，

$I_\delta>1$……個体は集中的に分布している，$I_\delta=1$……random な分布，$I_\delta<1$……一様な分布と結論される．

ろの集中が認められない．8月には塊りがずつと小さくなつて，2～4分（約0.6～1.3 km）の大きさのものが顕著でそれが 64分（約 20 km）程度のさらに大きい集中の中に集まつていると考えられる．

このように 2，4，8月においては 64分程度の大きさの集中がみられることは，流れ藻が海岸から約 20 km 以内のところに多いことを示すものと考えられる．6月には沖合，ことに壱岐水道の中央部にも相当数の流れ藻がみられたためにこの大きさの集中が現われなかつたものであろう．

すでに述べたように，流れ藻は海流や潮流および風による吹送流のためにたえず動いており，たとえば2月に観察された流れ藻と3月のものとは全然別のものであると考えられ，同一のものが季節によつて分布様式を変えて行くものではないことは，この際留意しておく必要がある．

要　　約

1959年1月から12月の間に 12回，定期船によつて博多～対馬間の流れ藻の調査を行ない，次のような結果を得た．

(1) 流れ藻量の季節的消長はいちじるしく，最大量は6月にみられた．

(2) この海域で流れ藻はひじように集中的に分布しており，集中の程度や大きさには季節的に差がみられる．

引 用 文 献

Morisita, M. (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E (Biology), 2 (4) : 215-235.

Parr, A. E. (1939) Quantitative observations on the pelagic Sargassum vegetation of the western north Atlantic. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 6 (7) : 1-94.

瀬川宗吉・沢田武男・桧垣正浩・吉田忠生 (1959) 流れ藻の海藻学的研究-II. 対馬・北九州海域にみられる流れ藻．九大農学芸雑誌，17(3) : 291-297.

――・――・――・―― (1960) 流れ藻の海藻学的研究-IV. 流れ藻調査資料からみたホンダワラ類の生長．同誌，17(4) : 429-435.

――・――・――・―― (1961) 流れ藻の海藻学的研究-VIII. 九州北岸の流れ藻の移動に関する考察．同誌19(1) : 135-140.

瀬川宗吉・沢田武男・吉田忠生 (1960) 流れ藻の海藻学的研究-V. 津屋崎沖合の流れ藻量の季節的変化．同誌，17(4) : 437-441.

水産庁 (1958) 対馬暖流開発調査報告，第1輯．

Summary

The floating seaweeds were surveyed on the sea between Hakata and Tusima Island, northern Kyushu, for 12 times from January to December, 1959. The number and estimated weight of the floating seaweeds were recorded every minutes, using the method that had been employed previously. The unit survey area along the courses of the ship was, therefore, 10 m wide and 320 ~380 m long according to the speed of the ship concerned. The results are summarized as follows:

1. Total estimated weight of the floating seaweeds observed varied seasonally, and the largest amount was observed in June.

2. The estimated amount of the floating seaweeds per unit area observed in Iki Passage in June was nearly the same with that of the Sargasso Sea reported by Parr (1939).

3. Distributional pattern of the floating seaweeds was very contagious throughout the year judging from I_δ value proposed by Morisita (1959). Analysis of clump size for February, April, June, and August showed that rather small clumps (ca. 0.6 ~3 km) and larger ones (about 20 km) were present except in June when clump size was somewhat indefinite.

流れ藻の海藻学的研究—VIII

九州北岸の流れ藻の移動に関する考察

瀬川宗吉・沢田武男
檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds–VIII

The drifting movement of the floating seaweeds off northern coast of Kyushu

Sôkichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki and Tadao Yoshida

九州大学農学部学芸雑誌，第19巻第1号，別冊，昭和36年11月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 19, no. 1 November 25, 1961

流れ藻の海藻学的研究—VIII[1]

九州北岸の流れ藻の移動に関する考察[2]

瀬川宗吉・沢田武男
檜垣正浩・吉田忠生

Studies on the floating seaweeds–VIII
The drifting movement of the floating seaweeds off northern coast of Kyushu

Sôkichi Segawa, Takeo Sawada, Masahiro Higaki, and Tadao Yoshida

これまでのわれわれの調査は流れ藻の分布などについて比較的静的にとりあつかつて来たが，これは絶えず移動している流れ藻のある時間的断面をとらえたものであつた．海面に浮ぶ流れ藻がどのように移動するかを知ることは，流れ藻の寿命，起源の問題とともにそれに伴なつて生活する魚類の稚仔の分布と大きな関係をもつている．流れ藻は自動的に移動するものではないから，その漂流状態はこれまでしばしば行なわれている海流瓶による海流調査の結果と似た関係があると考えられるが，やはり流れ藻に直接標識をつけてその動きかたを知る必要がある．このため 1959 年にまず予備的に数回，標識を行つたが，1960 年にはそれをさらに進めて海流瓶と標識をつけた流れ藻の移動状態の比較，および福岡県津屋崎近海の流れ藻の移動状態をしらべた．

調査にあたつて便宜を与えられた九大農学部付属水産実験所長田中於菟彦教授および所員の方々に感謝する．

方　　法

流れ藻の標識には，海流調査の際に海流瓶に封入するのと同様なハガキを流れ藻に結びつけて放流し，拾得されたものの報告をうける方法によつた．ハガキは海流瓶に入れるものも流れ藻につけるものも同じものを用い，厚さ 0.06 mm のポリエチレン製の袋に封入し，紐で流れ藻に結びつけた．海流瓶はビール瓶等を用い，ふつうに行なわれている方法で作製した．

1959 年 4 月15日から 8 月28日までの間に 6 回にわたり，海流瓶 150 本，流れ藻標識用ハガキ 190 枚を投入した．1960 年 5月30日，6月13日，6月29日，7月13日の 4 回，福岡県宗像郡津屋崎の沖合でおのおの 250 枚，および 7 月22日に長崎県的山大島東側で 80 枚の標

1) 九州大学農学部水産学教室業績，九州大学農学部付属水産実験所業績．
2) 内容の一部は日本水産学会昭和 35 年度秋期大会（1960 年 10 月，仙台）で発表した．

識用ハガキを流れ藻につけて放流した．また的山大島東側では同時に海流瓶10本を投入して漂着状態を比較した．実施にあたつては調査船で流れ藻をさがし，流れ藻の群をみつけると，それを一度船の上にとりあげて，適当な大きさのものに2,3枚ずつハガキを結びつけてただちに海に投入した．

この海域に関係する福岡・下関・厳原について毎日6時・12時・18時・24時の4回の風向および風力の記録を福岡管区気象台の好意によつて得て参考とした．

結　　果

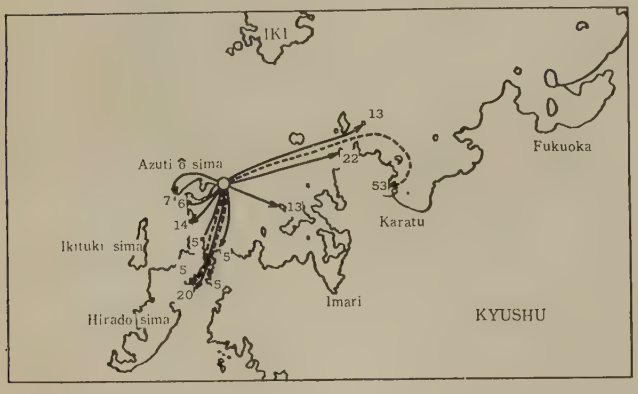


Fig. 1. Comparison of drifting movement between the marked floating seaweeds (solid lines) and drift bottles (dotted lines), released in July 22, 1960.

流れ藻と海流瓶の漂流状態を比較するために，両者を同時に投入したものの結果を Fig. 1 および Fig. 2 に示した．1959年の分をまとめて Fig. 2 に，1960年7月22日のものを Fig. 1 に示してある．これらの図で実線で示したものが流れ藻につけたハガキの漂流状態，点線で示したものが海流瓶の漂流状態をその拾得場所から推定したものである．拾得率は 1959年にはハガキ2％(4枚)，海流瓶25％(37本)であり，1960年にはハガキ20％(16枚)，海流瓶40％(4本)であつた．

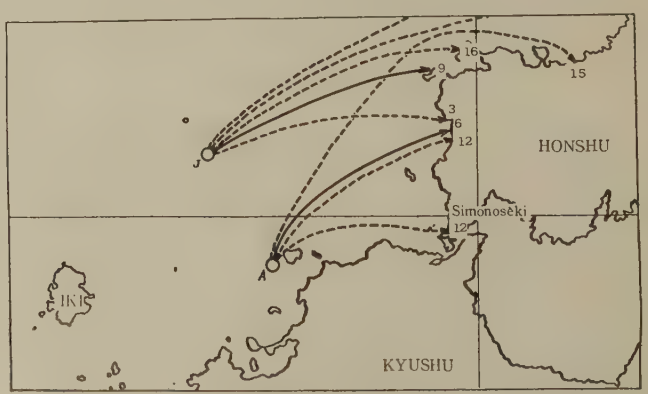


Fig. 2. The same, released in July 19 and Aug. 19, 1959.

つぎに 1960年 に福岡県津屋崎沖で投入したものについてハガキの拾得状態をみるとつぎのようである．

(1) 5月30日に投入したものの拾得状態を Fig. 3 および Table 1 に示す．放流した当日を含めて3日間の風の状態を同図内に示した．ここでは福岡気象台で観測された6時・12時・18時・24時の1日4回の風向・風力をまとめたもので，このときは北寄りの風が強かつたことを示している．ハガキはすべて比較的近いところで拾得されており，ことにもつとも陸地に近い Station 1 で投入されたものではごく近い宗像郡・粕屋郡のみで，それより沖のほうの Station 2, 3 で投入されたものももつとも遠くへ行つたもので

山口県角島までである．拾得までの所要時間は神湊まで1～3(～12)日，相島へ3日，若松へ1週間，角島へは1ケ月かかつている．回収率は 12/250＝4.8％．

(2) 第2回目として6月13日に標識したものの結果は Fig. 4 と Table 1 のようである．このときには福岡県内ではぜんぜん拾得されず，すべて山口県以遠，もつとも遠いものは新潟県にまで達している．この頃には南東の風がとくに優勢であつたことが気象観測の資料からわかる．拾得されるまでの日数は山口県角島まで5～25日，山口県萩市まで14日，鳥取まで35日，福井へ36日，石川へ78日，新潟まで51日となつている．

Fig. 3. Drifting movement of the marked floating seaweeds released in May 30, 1960. Arrows of left corner indicate wind force and direction in Fukuoka.

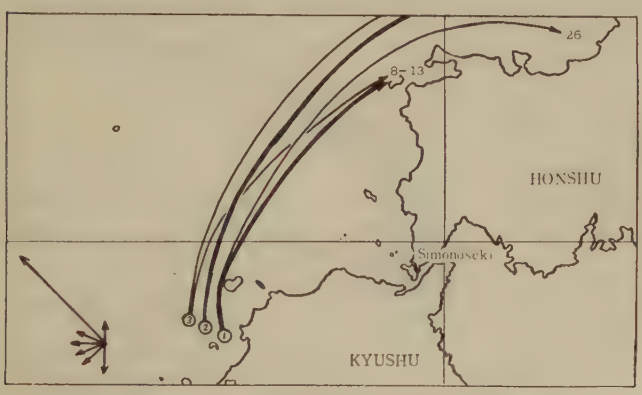


Fig. 4. The same released in June 13, 1960.

(3) 6月29日，第3回目に実施した標識ハガキ投入後の拾得状況は Fig. 5, Table 1 に示されている通りである．このときも福岡県で拾得されたものはわずか1枚で，大部分が山口県西岸に達しており，1枚が3週間目に鳥取市で拾得されている．このときは福岡では南の風が強かつたが，山口県沿岸での拾得が多かつた 7月4～6日について下関測候所の記録をみると，この頃は西から北西の風が優勢であつたことがわかる．この回の回収率は 18/250 で 7.2％である．

(4) 第4回目，7月13日に投入したものの拾得結果を Fig. 6 と Table 1 に示す．この回の回収率がもつともよく，64/250＝26％に達しているが，拾得場所をみると，ほとんどが福岡県沿岸であり，他は山口県下関市でわずかに発見されている．このときは北西の風が強かつたことが認められる．

考　　察

標識をつけた流れ藻と同時に投入された海流瓶とが同じように漂流するかどうかについて 1959 年に比較を実施したが，標識に用いたハガキの拾得されたものがわずかであつた．

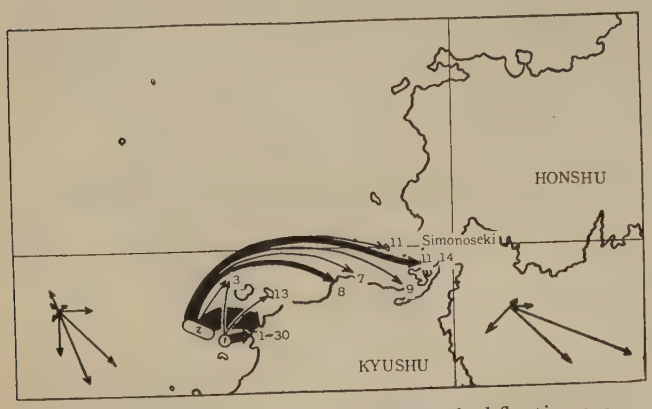


Fig. 5. Drifting movement of the marked floating seaweeds released in June, 29, 1960. Arrows of left and right corners indicate wind force and direction in Fukuoka and Simonoseki, respectively.

1960年7月22日に長崎県的山大島東側で流れ藻につけたハガキ80枚と海流瓶10本を同時に投入したものは，前年のものよりも多く拾得された．Fig. 1, 2 に示した結果から，標識された流れ藻と海流瓶の間に，漂流方向および時間に大した差がないといい得る．数が少ないのでさらに他の場所においても検討する余地はあると思うが，流れ藻の移動状態を考察するときには，これまで各地で行なわれている海流瓶による調査の結果を大いに参考にすることができると結論されよう．

流れ藻の移動はごく表層の海水の動きに作用されるため，風による吹送流の影響をつよく受けていると考えられる．1960年に福岡県津屋崎沖で4回標識をつけた流れ藻を投入した．投入場所は毎回あまり違いはな

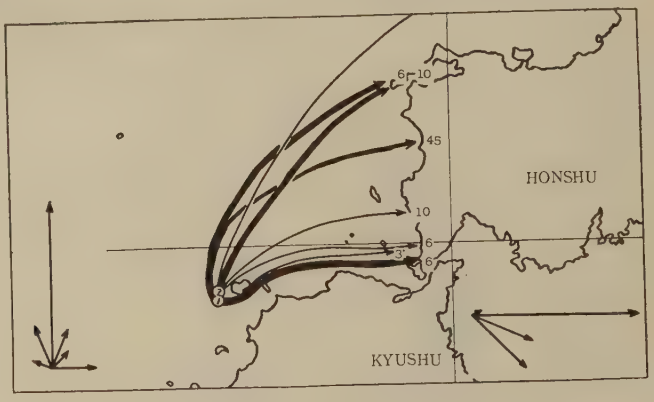


Fig. 6. The same released in July 13, 1960.

Table 1.

Release			Recovery station											Total recovery	Recovery rate
			Kyushu					Honshu							
Date	Station	No. of card	Kasuya-G.	Munakata-G.	Onga-G.	Wakamatu-C.	Kokura-C.	Simonoseki-C.	Toyoura-G.	Hagi-C.	Tottori-P.	Hukui-P.	Ishikawa-P.	Niigata-P.		
May 30, 1960	1	100	1	7											8	8%
	2	50							1						1	2
	3	100				3									3	3
June 13, 1960	1	50							1	1	1				3	6
	2	50										1	1		2	4
	3	150							1					1	2	1.3

June 29, 1960	1	150				1	6	5			12	8
	2	100					2	3		1	6	6
July 13, 1960	1	50	8		1	1					10	20
	2	200	45	3	2	1	3				54	27

いが，ハガキの拾得場所をしらべてみると，投入場所より西側に向つているものは相島で拾得された1例のみで，他は全部東側にあるが，5月30日および7月13日に投入した場合のようにごく近くのみ，遠くとも山口県西岸までのこともあり，6月13日，6月29日の場合のように，ほとんど全部が山口県またはそれ以遠である場合もある．東側に向つているという一般的な傾向は対馬暖流のためと考えて差支えないであろうが，遠くまで流れるか，近くの海岸に来るかは他に原因を求めねばならない．ここで各図に示したように投入した日を含めて後3日間，1日4回観測された風向・風力の記録をまとめてみると，遠くまで流れた6月13日および6月29日頃には南東ないし南の風が卓越しており，近くで拾得されたハガキの多かつた5月30日と7月13日頃には北ないし北西の風が強かつたことがわかる．これを考え合わせると，流れ藻の移動には風による表層水の吹送流が相当大きく影響すると結論される．流れ藻の分布状態が短時間のうちにある程度異なつてくることはこれまでも各地でしばしば観察してきたが，この原因として潮流の作用も考えられるが風の影響も重要である．

1960年に投入した標識用ハガキのうち，日本海に入つたもの5例についておおよその平均漂流速度を求めてみると，6～11 miles/day という数字がでてくる．また比較的近い山口県西岸に漂着したもののうち早いものを選んで同様に平均速度を計算してみてもだいたいこの範囲に入る．

これらのことから，流れ藻の移動は相当速やかに行なわれるものであると考えることができ，対馬暖流の影響をうける日本海沿岸各地でみられる流れ藻はその付近の海岸に生じたホンダワラ類だけでなく，さらに西から流れて来たものも含まれていることは明らかである．

要　　約

(1) 1959年4月から8月の間に6回，1960年5月から7月の間に5回にわたつて標識用ハガキを流れ藻につけて投入し，その拾得状態から流れ藻の移動状況を調査した．

(2) 標識ハガキをつけた流れ藻と，同時に投入した海流瓶の漂流状態にはほとんど差は認められない．

(3) 福岡県津屋崎沖の流れ藻の大部分は対馬暖流によつていつも東方に向つて移動しており，ごく近くの福岡・山口県沿岸で多くみられるか，日本海へ流入するかは投入した日およびその後の風向・風力に大きく作用される．

(4) 流れ藻の平均漂流速度は早いもので 6～11 miles/day であつた．

Summary

The floating seaweeds marked with post cards were liberated on the sea to the north of Kyushu six times between April and August, 1959 and five times between May and July, 1960.

Drifting course of the floating seaweeds was concluded from the recovery station of the post cards.

There seems to be little difference in drifting movement between the marked floating seaweeds and the drift bottles released at the same time.

It is concluded that almost all of the marked floating seaweeds drift to the eastward. But the destination whether they cast up on the beach of Fukuoka and Yamaguti Prefectures or go further into Japan Sea is affected by the direction and force of the wind.

Average speed of the marked floating seaweeds drifted faster falls into the range between 6～11 miles per day.

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

ON THE MATURITY OF WHITE CROAKER, *ARGYROSOMUS ARGENTATUS* (HOUTTUYN)

By

Chiomi Shingu

(Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

For reasonable utilization of marine resource, it is more important, though difficult, to estimate the reproduction of organism in the various biological characters among research problems. In order to get the fundamental knowledge to understand the reproductive potence, the author estimated fecundity of an important bottom fish, white croaker, *Argyrosomus Argentatus* (HOUTTUYN). From the observation of maturing process of ovaries, the spawning period and behavior were investigated by measuring the egg-diameter distribution and histological method.

It is a pleasure to acknowledge here the advice and assistance rendered by a number of persons during the course of this work. The author especially indebted to Dr. Hiroaki Aikawa and Dr. Hiroshi Tsukahara of Kyushu University for their guidance throughout this investigation and the writing of this paper.

Material and Method

About one hundred specimens were used in this study. The ovaries were removed from these specimens and were fixd with 10 percent formalin fluid. The number of intra-ovarian eggs was calculated by Hensen's method and histological sections were made by celloidin method. The ovaries were weighed respectively and the inspection was made on the egg-diameter distribution. Since there was no difference in the distribution at each part, a piece of 1 gr. at middle part of ovary was used in calculation afterwards. The sample piece was untied and stirred to be uniform in a glass of 100 cc water and the eggs were sucked up with water by Stempel pipette of 0.5 cc. The eggs from each sample were spread on a glass-slide marked with vertical parallel lines and were counted under a microscope ($\times 50$) with an ocular micrometer. Histological sections of ovaries which were the same part were from 15 to 25 μ in thickness. After double staining of them with Haematoxylin-Eosin, the author observed the histological characters with the same microscope.

Observation of Ovaries

The monthly changes of gonad index (ovary weight/body weight$\times 10^3$) of white croaker were investigated and the value of gonad index increase rapidly

from May, the period of its maximum value was found in July, and decreased in value from August on. (Fig. 1). The spawning season, thus, is seemed to be in these four months from May to August and the occurence of spawning peak in July can be shown by this investigation. The observation of ovaries were taken thrice a month by about ten individuals at a time.

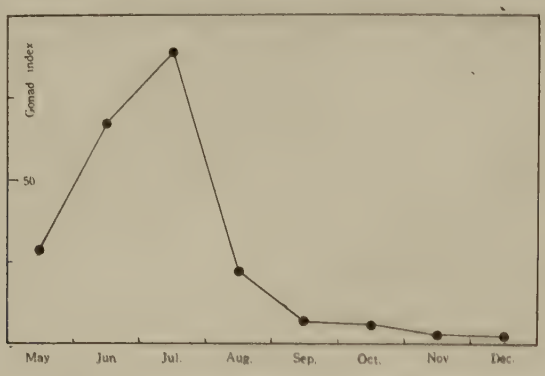


Fig. 1. Monthly change of gonad index

From the egg-diameter distribution there are three distinguished types of ovaries: O type has no mode; I type has one and II type has two modes. The ovary of O type consists of the immature eggs in which no distinct mode is present. The ovary of I type consists of the developing eggs in which one distinct mode is present at an average egg-diameter of 0.4 mm. The ovary of II type comprises with two masses consisting of the developing eggs and of matured, the former is present at an average diameter of 0.4 mm and the latter at 0.7 or 0.8 mm. (Fig. 2).

On the histological inspection of the described egg-diameter distribution, eggs of 0.1, 0.4, 0.7 and 0.8 mm at an average diameter are respectively consisted of eggs named cytologically, i.e., of the later peripheral nucleolus stage (stage I), of the later yolk globule stage (stage II), and of the pre-maturation stage and the ripe egg stage (stage VI and VII) (Fig. 3). The follicle cells rounding the ovarian eggs have been known to the investigators that they are gradually absorbed in the ovarian tissue after ovulation. Depending on whether follicle cells are new or old, and present or not, it can be shown how many times it has passed after ovulation and whether the fish spawned or not. In later spawning period the egg mass of stage IV begins to contain a number of decaying eggs which can not develop to the functional eggs. In the histological viewpoint there are five types of ovary: A type has no follicle cells; B type has only new; C type has new and old; D type has only old and E type has decaying eggs (Plate I).

Thus, in the combination of the results of histological assortment with the results of egg-diameter distribution, the writer distinguished the ovaries respectively into the following types, i. e., A-O type, A-I type, A-II type, B-O

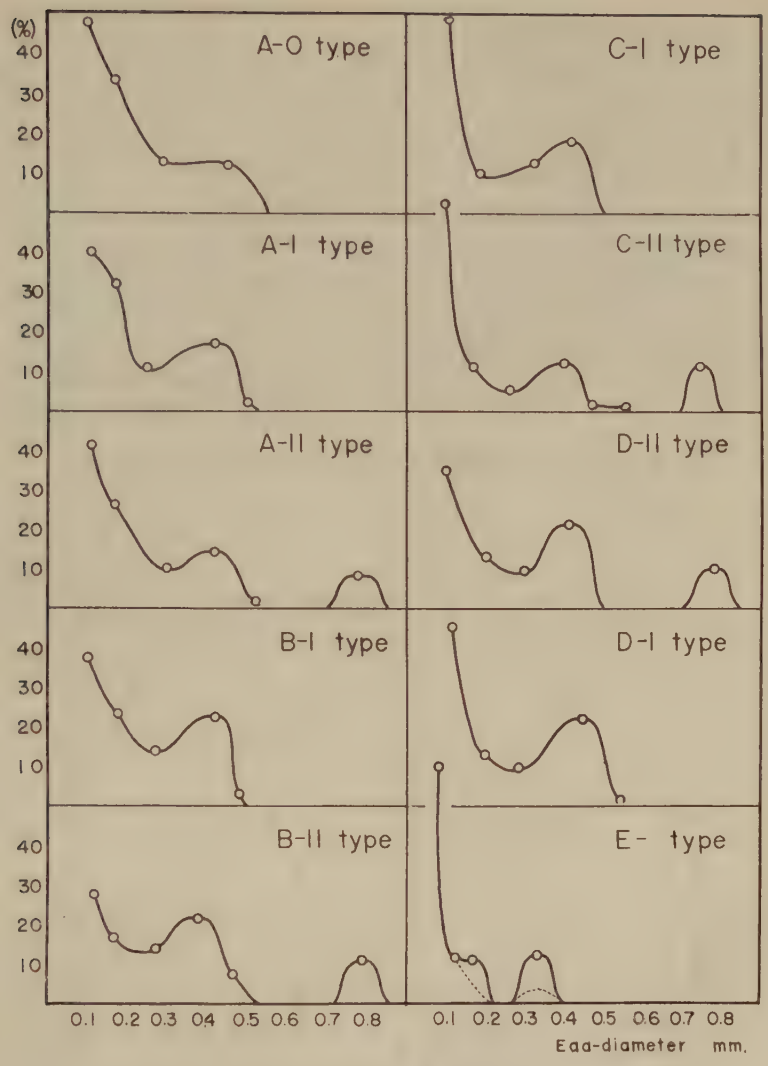


Fig. 2. Diameter distribution of ovarian eggs

type, ..., D-II type. The ovaries from A type to D type have all ripe egg mass and it was only A type that had no mode. Corresponding to the passing of spawning period, the types of ovaries are changing from A type to E type. It is not likely that the repetitions from B type to D type are done in a spawning season, though the assortment of these types still remains in further works. The follicle cells, in this study, remain in the tissue about two weeks after ovulation. Since a number of ovaries of C type were found in a spawning season, it is considered that the follicle cells would stay to the next spawning time. Thus the spawning times were estimated about three times or four. Immediately after it should have been ovulated, the ripe eggs were often observed

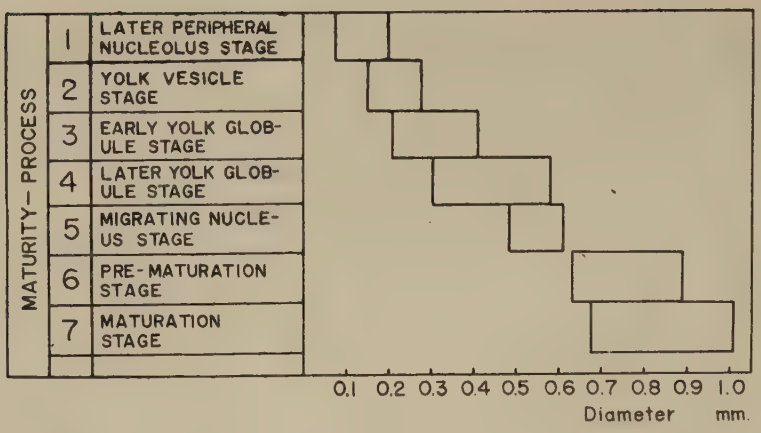


Fig. 3. Diagram showing maturity-process of ovarian eggs

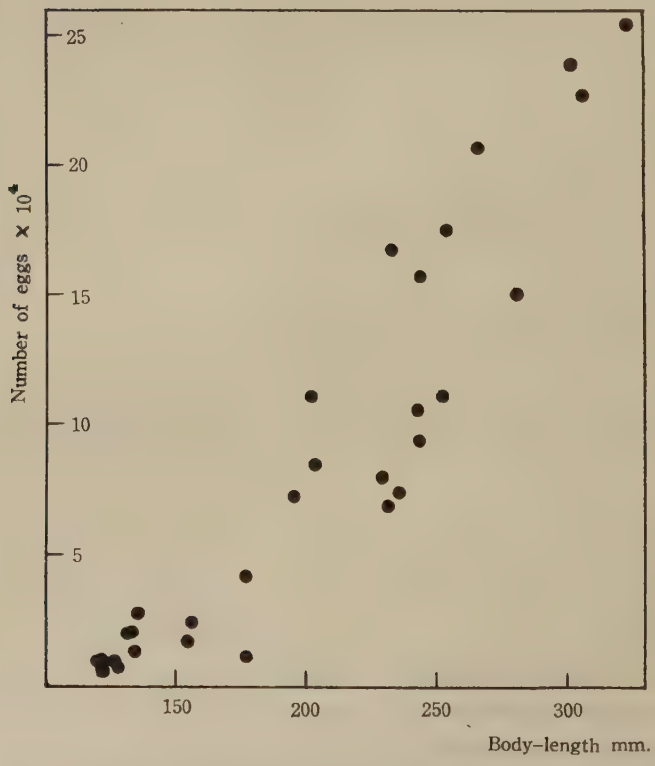
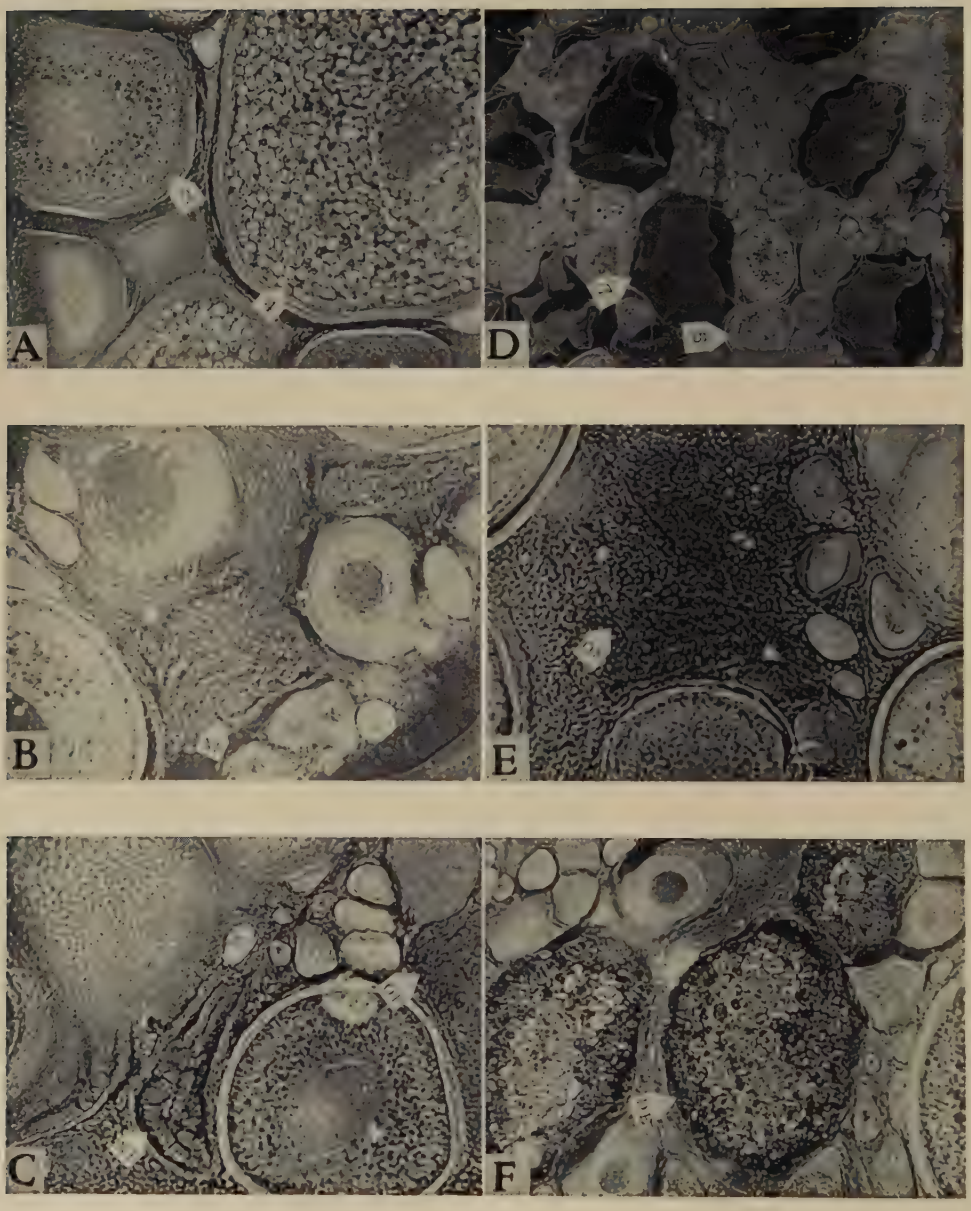


Fig. 4. Relationship between body length and number of eggs in the most matured batch

in the ovarian cavity and not entirely in the ovarian tissue. As the egg mass of stage IV is already recognized at that time, these eggs will not recruit into a ripe egg mass. Therefore a ripe egg mass separating egg-diameter from other mass was estimated to be the fecundity and was counted in each age individual.

Thus, spawning season of white croaker was in these four months, from the latter part of May to the first part of August and the peak of spawning was in July. The spawning frequencies of individuals were three times or four in a spawning period and the total egg numbers of one spawning behavior in each age of one, two, there and four were respectively 13,000, 64,000, 115,000 and 219,000 as average (Fig. 4).

PLATE 1



A: ovary of A type (×230)
B: ovary of B type (×230)
C: ovary of C type (×230)
D: ovary of C–II type (×50)
E: ovary of D type (×230)
F: ovary of E type (×230)

2: yolk vesicle stage
4: yolk globule stage
5: migrating nucleus stage
7: ripe egg
N. F.: new follicle cell
O. F.: old follicle cell
D. E.: decaying egg

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

A PRELIMINARY NOTE ON THE LIFE HISTORY OF THE ANADROMOUS UGUI MINNOW, *TRIBOLODON HAKONENSIS HAKONENSIS* (GÜNTHER) IN THE NORTHERN DISTRICT OF KYUSHU

By

Osame Tabeta

(Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University
Fukuoka, Japan)

For several years the author has been studying the life history of the anadromous Ugui minnow, *Tribolodon hakonensis hakonensis* (Günther), mainly in the coast of Karatsu City, Saga Prefecture, northern Kyushu. The present paper deals with the data obtained up to present.

Although this fish is distributed, in northern Kyushu, from Karatsu Bay to Hakata Bay, and is known to aggregate in the mouth of the Rivers of Matsuura, Tamashima, Izumi, Zuibaiji and Muromi before spawning season, actual anadromous migration for spawning takes place only in the Matsuura River (rarely in the Tamashima River) because of the lack of the adequate spawning grounds in other rivers.

The spawning-season seems to extend from the end of January to the beginning of February in this river. When the water temperature approaches to approximate 10°C the adults aggregate in the brackish area of the river and migrate upstream 15 km from the mouth. The spawning takes place intensively, being affected by the water level. Natural spawning bed was not observed, because fishermen built artificial spawning beds with gravel for fishing in the whole spawning area.

The eggs are spawned among gravel, and are weakly adhesive and spherical in shape with yellow yolk, measuring about 2.5 mm in diameter.

The eggs hatched out in about one week in the spawning bed at the water temperature approximate 12°C. Newly hatched larvae are 6.5–7.1 mm in total length. The larvae attain about 10 mm in total length in two weeks, when they almost consume the yolk and swim out from the bed. The juvenile lives near the spawning ground. They stay in the fresh water area until the end of June when they attain about 50 mm in total length. At the end of July they attain about 79 mm in total length, and appear in the upper limit of the brackish area.

In October, the young Ugui minnow about 120 mm in total length is commonly seen in the mouth of this river, but they disappear there in November. Therefore, the migration of the young Ugui minnow to sea seems to be after November. A single specimen obtained from the drag-net off Karatsu City, November 20th 1959, was 137 mm in fork length.

The adult is found to live on the shallow sandy coast within 6 m in depth.

According to scale reading the spawning fish consisted of 2 to 4 age groups.

Figure. Distribution of the anadromous Ugui minnow, *Tribolodon hakonensis hakonensis* (Günther) in the northern district of Kyushu

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

ON THE CATCH FLUCTUATIONS OF THE JAPANESE ANCHOVY IN THE WATERS OFF WESTERN KYUSHU

By

Koji Takeshita and Hiroaki Aikawa

(Laboratory of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

This is a preliminary report on the fluctuation of the commercial population size of the Japanese anchovy in the coastal waters off western Kyushu, based on the statistical catch and effort data during the period of six years from 1953 to 1958.

The waters off western Kyushu belong to the East China Sea Region, one of the Divisions in Japan for describing statistics by the Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry. In this region, anchovy fishery centered in Nagasaki Prefecture with the greatest bulk of the landings, followed by Kumamoto and Saga Prefectures, and about 85 percent of anchovy catch in this region is landed in these three prefectures. This report deals with the statistical data of these three prefectures to discuss the fluctuation of the commercial population size of anchovy in the waters off western Kyushu (Fig. 1). Catch and effort data are based on those by the Statistics and Survey Division, Ministry of Agriculture and Forestry. Data of body length composition were referred to the Report B issued by the Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, as well as on the data of our collection since 1954 in mainly Nagasaki and Saga Prefectures.

Yearly Variations of the Catch per unit Effort

Anchovies are caught mainly by the surrounding nets and secondly by the beach and boat seine nets in the waters off western Kyushu (Fig. 2). Yearly variations of the commercial population size are examined by the catch per converted trip about four fishing gears of the purse seine nets (circular moored nets) of pair boat operation, the sardine semi-surrounding nets, the beach and the boat seine nets (Table 1, 1~4). The number of converted trip is obtained by correcting the number of crude trip with the catch per trip of the standard size boats which are dominant in the number of trip and the catch amount.

(Sardine semi-surrounding nets) Catch per converted trip is increasing yearly, and the number of converted trip is nearly constant for the year 1956, 1957 and 1958, while the ratio of the anchovy catch to the total remains around 50 percent from 1955 to 1958. It is assumed that the commercial population size of anchovy is increasing.

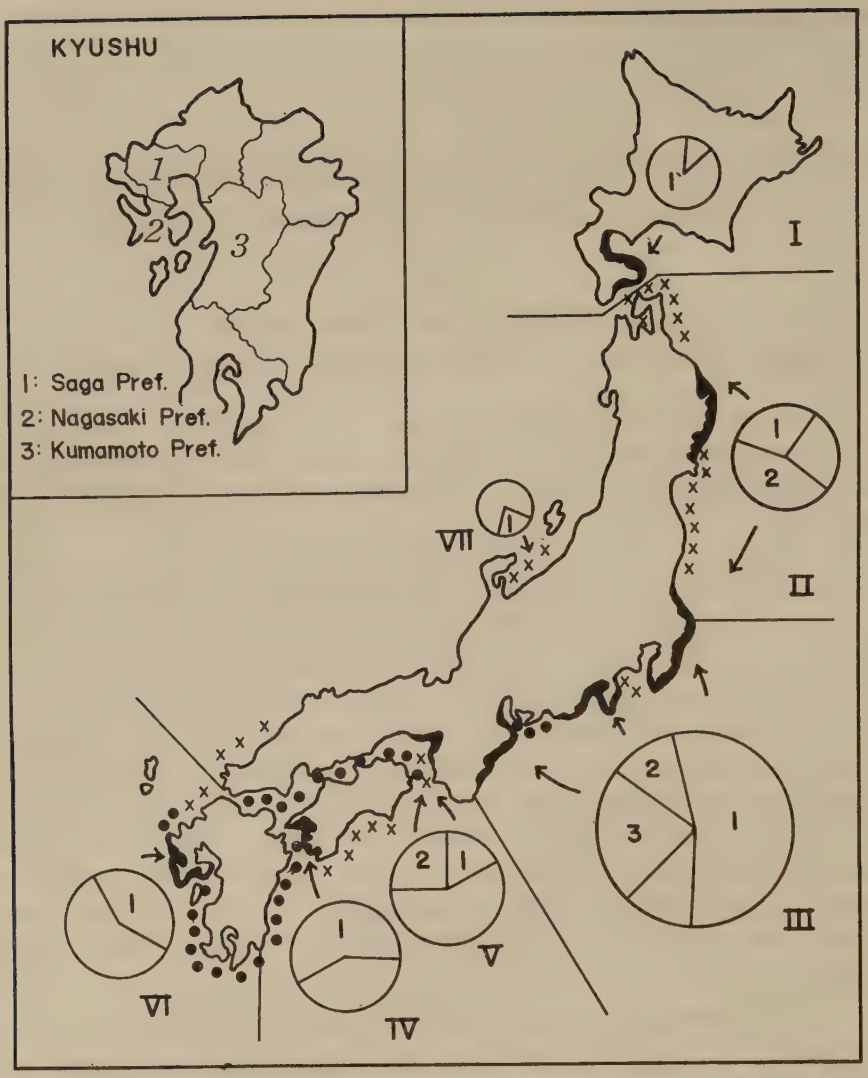


Fig. 1. Japanese anchovy distribution inshore
Data from commercial catch, on an average of seven years, 1952–1958

Note: I. Hokkaido Region, annual catch: 16.8×10^3 ton 1. Osima
II. Pacific North Region, annual catch: 47.8×10^3 ton
1. Iwate and 2. Ibaragi Pref.
III. Pacific Middle Region, annual catch: 125.7×10^3 ton
1. Chiba, 2. Shizuoka and 3. Mie Pref.
IV. Pacific South Region, annual catch: 41.6×10^3 ton
1. Ehime Pref.
V. Seto Inland Sea Region, annual catch: 65.0×10^3 ton
1. Hyogo Pref.
VI. East China Sea Region, annual catch: 37.4×10^3 ton
1. Nagasaki Pref.
VII. Japan Sea Region, annual catch: 8.6×10^3 ton 1. Toyama Pref.

■■■■ : over 10^4 tons in annual catch by prefecture
●●●● : over 0.5×10^4 to 10^4 tons
×××× : over 10^4 tons in annual catch by prefecture

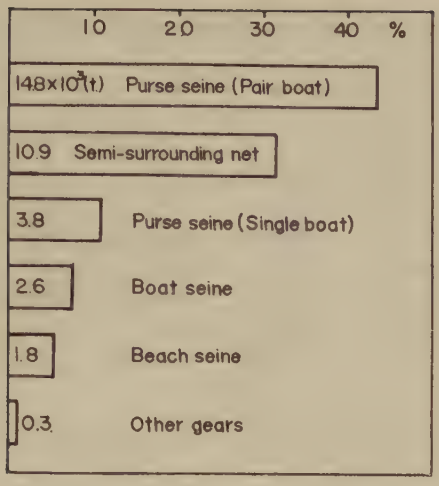


Fig. 2. Catch of anchovy by the type of fishery in the waters off western Kyushu

Table 1. Catch per converted effort

(1) Sardine semi-surrounding nets (Standard: Non-powered boats)

Year		1953	1954	1955	1956	1958	1959
1. B		248	225	218	175	156	137
2. g	(10^3)	13.4	18.6	18.1	12.8	12.7	13.8
3. X	(10^3)	14.1	19.8	15.5	10.0	10.4	11.7
4. Y	(ton)	30,919	27,653	20,955	23,385	21,499	25,096
5. Y/X	(kg)	(2,192.8)	(1,396.6)	(1,351.9)	(2,338.5)	(2,067.2)	(2,145.0)
6. Y	(ton)	3,808	7,140	10,658	9,495	10,242	13,011
7. Y_A/X	(kg)	(270.1)	(360.6)	(687.6)	(949.5)	(984.8)	(1,112.0)
8. Y_A/Y	(%)	12.3	25.8	50.9	40.6	47.6	51.8

(2) Purse seine nets of Pair boat operation (Standard: Non-powered boats)

Year		1953	1954	1955	1956	1958	1959
1. B		244	202	199	199	188	167
2. g	(10^3)	10.7	19.0	18.4	16.4	14.7	13.6
3. X	(10^3)	12.6	23.3	22.2	18.0	14.6	14.2
4. Y	(ton)	28,684	68,284	52,455	39,555	36,833	31,110
5. Y/X	(kg)	—	(2,930.6)	(2,362.8)	(2,197.5)	(2,522.8)	(2,190.8)
6. Y_A	(ton)	—	12,319	17,111	13,785	14,674	16,210
7. Y_A/X	(kg)	—	(528.7)	(770.8)	(765.8)	(1,005.1)	(1,141.5)
8. Y_A/Y	(%)	—	18.0	32.6	34.9	39.8	52.1

(3) Beach seine nets (Standard: Non-powered boats)

Year	1953	1954	1955	1956	1957	1958
1. B	445	411	447	395	320	295
2. g (10^3)	22.9	18.8	19.2	16.8	13.2	13.3
3. X (10^3)	21.2	16.2	18.4	14.9	11.1	12.0
4. Y (ton)	7,526	6,026	7,770	4,485	3,716	4,598
5. Y/X (kg)	(355.0)	(372.0)	(422.3)	(301.0)	(334.8)	(383.2)
6. Y_A (ton)	1,001	1,759	2,506	1,916	1,890	2,047
7. Y_A/X (kg)	(47.2)	(108.6)	(136.2)	(128.6)	(170.3)	(170.6)
8. Y_A/Y (%)	13.3	29.2	32.3	42.7	50.9	44.5

(4) Boat seine nets (Standard: 0–5t, Powered boats)

Year	1953	1954	1955	1956	1957	1958
1. B	1,485	1,433	1,490	1,483	1,402	1,417
2. g (10^3)	67.5	67.7	75.8	80.9	80.9	97.5
3. X (10^3)	90.5	77.2	92.1	82.9	84.2	124.0
4. Y (ton)	5,801	4,950	5,914	6,311	6,150	8,666
5. Y/X (kg)	(64.1)	(64.1)	(64.2)	(76.1)	(73.0)	(69.9)
6. Y_A (ton)	770	1,579	2,265	2,138	3,034	3,553
7. Y_A/X (kg)	(8.5)	(20.3)	(24.8)	(25.8)	(36.0)	(28.7)
8. Y_A/Y (%)	13.3	31.9	38.3	33.9	49.3	41.0

Note:
1. B; Number of actual boat
2. g; Number of crude trip
3. X; Number of converted trip
4. Y; Total landing
5. Y/X; Total landing per converted trip
6. Y_A; Landing of anchovy
7. Y_A/X; Landing of anchovy per converted trip
8. Y_A/Y; Percentage of landing of anchovy to total landing

(Purse seine nets of pair boat operation) This type nets are operated mostly by non-powered boats of small size in this water region, and anchovies more "shore bound" than most of the other pelagic fishes are important in this fishery. It is more appropriate to estimate the changes of the commercial anchovy population size by the catch per unit effort of this type nets rather than the purse seine nets of single boat type, which is operated generally by the powered boats of large size with more selectivity for the other pelagic fishes as the mackerel and the jack mackerel.

Both the catch per converted trip and the catch of the anchovy are increasing with exceptional ascending in 1955, in spite of successive decreasing in the number of converted trip.

(Beach and Boat seine nets) Catch per converted trip is increasing in

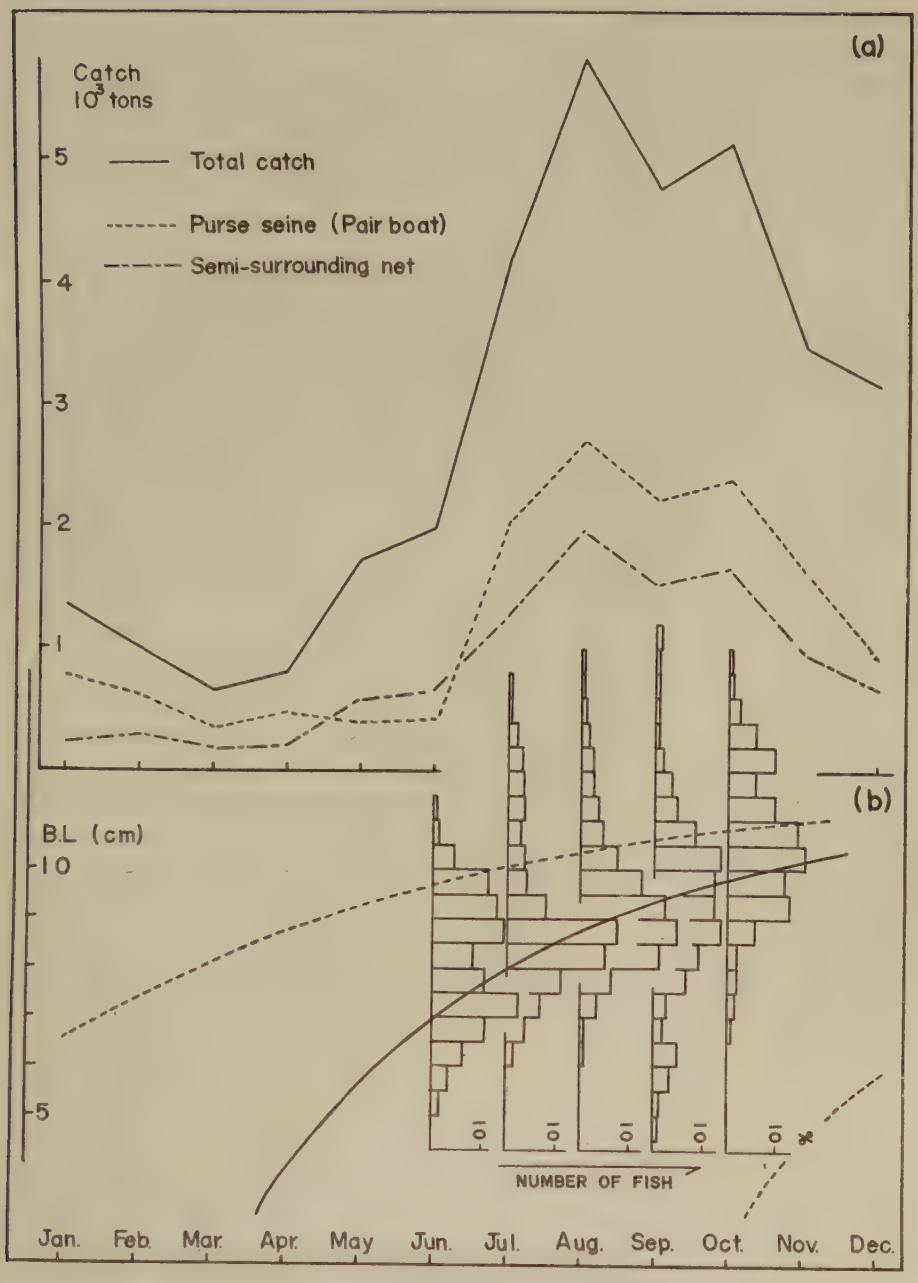


Fig. 3a. Monthly changes of the anchovy catch
b. Body length composition in the main fishing season, and the growth curve estimated from the scale method

Note: ——— spring brood group
..... autumn brood group

the both gears with exception in the case of boat seine nets in 1958. No signs stand for the decreasing of stock size.

Most of the small size anchovies are caught mainly by the beach and the boat seine nets, while the middle and large size groups are mostly caught by the surrounding nets. The commercial population size of anchovy is not decreasing in this water, with the upward tendency of the catch and the catch per converted trip by all these fishing gears.

Monthly Changes of the Catch Amount

Monthly fluctuation of the anchovy catch varies similarly year by year with the great bulk of the catch in the latter half of a year, from July to December, and the annual catch amount is mostly supported by the catch in this period. On the catch data, anchovy fishing is conducted almost by using the surrounding nets especially the purse seine nets of pair boat operation and the sardine semi-surrounding nets, the annual and the monthly catches also depend mainly on those by these two gears (Fig. 3 a).

During the main fishing season from July to October, body-length compositions in samples from the catch by the surrounding nets are unimodal with the mode between 7.0 cm and 10.0 cm of the middle size group, though with wide variation to the large size group over 10.0 cm in body length. With the consideration of the growth of anchovy in this water by the scale method, these modal groups of the middle size comprise mostly the spring brood group (Fig. 3 b), though about the large size anchovy over 10.0 cm in body length it is difficult to discriminate two seasonal groups of spring and autumn brood only by the length of fish, for the growth rate of anchovy decreases rapidly after around 10.0 cm in body length and the both brood groups are close in body-size.

The first mark-size, r (mm), and the intermediate length, l (mm), based on the scale method, are obtained as below; here, these marks are formed mostly during the period from December to February.

$r_1(S)$	3.21 – 3.98	$r_1(s)$	1.25 – 2.41
$l_1(S)$	102.0 – 121.3	$l_1(s)$	57.0 – 85.8

(S) and (s) denote the spring and the autumn brood groups respectively.

Two seasonal brood groups of the anchovy are analyzed by the biological characters as the number of vertebral bones and the first mark-sizes on scales besides by tracing the modes of monthly body length-compositions, but these two groups can not be discriminated in catch data since these biological informations are not sufficient quantitatively.

However, the spring brood group is far more important than the autumn one in the commercial anchovy fishery for the both small and middle size groups from the size-composition data in the main fishing season. In other words it is assumed that the variation of anchovy catch is attributable to those of the middle size group of spring brood.

Literature

(1) Statistics Survey Division, Ministry of Agricuture and Forestry: Annual report on statistics of marine fishery catches and culture in shallow sea. (1953-1958)

(2) Tokai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1955)

(3) Seikai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1955)

(4) Ditto: Data from survey of Iwashi resources in the western area off Kyushu. (1953–1956)

(5) Nankai Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1956)

(6) Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory: Prog. Rept. of Cooperative Iwashi resources investigation. (1957)

(7) Gulland, J. A.: Fish. Invest. Ser. II, 18(9), (1955)

(8) Takeshita, K. and Aikawa, H.: Records of Oceanographic works in Japan. Special No. 3. (1959)

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

BIOLOGY OF THE CUTLASSFISH, *TRICHIURUS LEPTURUS LINNAEUS*

Part 1. Early Life History

By

Hiroshi Tsukahara

(Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

The cutlassfish or ribbon fish, *Trichiurus lepturus* LINNAEUS, konwn as "Tachi-uo" in Japan, is one of the most important fishes from the economic view point native to the Yellow and the China Sea. This fish occurs generally about middle part of Japan and Southward. The recent annual landings of this species in Japan reached from 20,000 to 30,000 tons and have shown a relatively steady increase. The majority of landings is taken in Kyushu Province and the fishing is carried on almost exclusively by the trowler and bulltrowler. On the other hand, the cutlassfish is known to occur in the coastal waters of Kyushu and the fishermen take them mainly on hook and line. They are generally ranked with the better food fishes of the Ariake Sound and are most important for the fishermen of Yushima Island.

Several published materials on fishery biology of this fish of the open sea stock already exist. However, up to the present time, there has been a notable lack of the knowledge regarding the coastal stock, particularly with regard to intermingle of the both stock. The present report is part of an extensive investigation of the cutlassfish and summarizes one phase of the life history in the Ariake Sound. The study was made mainly in 'Amakusa Marine Biological Laboratory, Faculty of Science, Kyushu University, situated in Amakusa Islands; various members of the Laboratory staff helped in collecting the material, and their assistance is gratefully acknowledged.

Egg and Embryological Development

Material and method

The eggs and larvae of the cutlassfish have been described from material collected in plankton or larvae tows by Kamiya (1922), Delsman (1926) and Uchida (1933), but until now there has been no record of the artificially fertilized eggs of this fish. The eggs and larvae were obtained in the Ariake Sound by means of conical net with the opening attached to iron-ring of 1 m. in diameter for the macroplankton. The hauls were made horizontally or vertically at slow speed. In addition, the effort was made to find the fishes with gonad at full

maturity and the ripe adults were obtained from an area within a few miles of Yushima Island by hand line. These fishes gravid with eggs are visibly distended in belly and are sufficient to make clear the appearance of a mature ovary and of the ripe eggs contained therein and yield a stream of transparent mature eggs under slight stripping pressure. Male fish ripe with sex product yield milt on stripping, and those from which milt flows with slight pressure can be considered as in the spawning condition. The spawning season occurs from July to August and the peak is in July. The eggs were stripped and inseminated with the milt from the ripe male into a glass jar and were stirred gently in order to facilitate fertilization and after a few minutes the eggs were rinsed in fresh sea water to remove the excess sperm, and the frequent changes of fresh sea water were made during the period of incubation of the eggs. The larval stages were treated similarly in the small aquarium until the yolk was absorbed. The number of eggs carried by an adult female varied from about 33,000 to 85,000. In the succeeding days the embryological and prolarval stages were observed under the microscope and recorded, and the series of stages were fixed with 10 percent formalin and preserved in 70 percent alcohol for future study.

Egg

The perivitelline space was not existent in the unfertilized eggs, but in the fertilized eggs the formation of this space was caused by the expansion of the vitelline membrane through absorption of water until the egg reaches its maximum diameter, but the perivitelline space is rather narrow. The diameter of yolk remains uncharged throughout this period.

The fertilized eggs are spherical in form and measure from 1.7 to 1.9 mm. in diameter. The egg membrane is transparent, colorless and thin. There is no pattern of sculpturing on the membrane. The yolk, which entirely filled with the capsule, is slightly pink yellow in life color and transparent. A large oil globule, about 0.4 mm. in diameter, is present with copper-yellow in life color. The specific gravity of eggs is similar to that of sea water so that egg tends to sustend in the middle depth layer of sea water. The eggs and larvae were uncommon in the surface of the open sea, although they were usually found in the middle layer.

Embryonic development

After fertilization the protoplasmic part of egg passes to the animal pole, so appears as a rounded cap, and at about one and a half hour the first cleavage occurs (Fig. A), and the successive development is typical of teleostean eggs. Subsequent cell divisions form blastodermal cap and germ ring at about 10 to 14 hours after fertilization. An embryonic shield next appears at 36 hours and has advanced well beyond the equatorial plane of the yolk. About two days, considerable differentiation has occurred in the embryo, and the notochord, optic vesicles, Kupffer's vesicle and eight to nine myotomes have made their appearance (Fig. B). About three days after fertilization, about 90 myotomes are evident and black pigment appears and Kupffer's vesicle has

almost completely disappeared (Fig. C). Melanophores are distributed irregularly on a large oil globule and found on the head, and appear on the dorsal and anal fin folds. This is a marking characteristic of the egg in appearance. At this stage, the embryo twiches its tail and exhibits wriggling movements of its entire body. The larvae hatched at five to six days after fertilization in the water temperature ranged from 22 to 24 degrees C. By the strenuous thrashing movements of the embryo, the pressure is intermittently exerted upon the egg capsule. The round flap of capsule soon opened and usually larva was observed emerging from the capsule tail first. The empty egg case was deposited to the bottom (Fig. D).

Larval Development

Newly hatched larva (Fig. E)

The newly hatched larvae vary in length from 5.5 to 6.5 mm. and are slender, transparent and pelagic, similar to those of ordinary pelagic larvae. The yolk sac is relatively large and elongate with a large oil globule at posterior end. The vent lies immediately behind the yolk sac, but there is no indication of a mouth or jaws.

The pattern of melanophores is essentially the same as in later stages within the egg and the melanophores of dorsal and ventral fin folds are characterized by fin thread-like ramifications. The dendritic melanophores of the fin folds are concentrated, broadest at the fin margins and thinning out toward the body. The one patch on the dorsal fin fold is centered just posterior to the mid-portion of the body, and the other on the ventral fin fold is slightly behind this. These patches of melanophores are marking characteristic of the cutlassfish prolarvae so far as observed. In addition, the melanophores appear on the head and oil globule and a series of melanophore extend near the margin of the anterior dorsal fin fold, and a row of melanophores also appears in the lateral line of the body.

During the prolarval stages the larvae remain the head down, floating the middle layer of the jar and when swimming movements occur the body rolls over occasionally.

Prolarva (Fig. F)

At about three days after hatching, the length of larvae has increased to about 7 mm., the yolk sac is much reduced, but an oil globule still remains comparatively large. The head is rather small with the snout pointed, and the mouth and jaws are relatively large and become functional. The preanal part of the body is short, the vent being situated in advance. The pectoral fins have become evident. The vertical fin folds are yet continuous but a few short spines are formed at the anterior part of the dorsal fin fold. The countable number of myotomes is $16 + 90 = 106$.

After the yolk material and oil globule are used up, when the larva remains motionless sinks slowly to the bottom of the jar and occasionally the larva

swims upwards. All rearing larvae were dead on the tenth day.

Postlarva (Fig. G)

At 7.7 mm. long larva, collected on August, off Yushima Island, has changed considerably and pronounced changes occur in the structure of the body and vertical fins. The body is slender and more compressed. The head has become larger and organised. The eyes are larger and the jaws well developed with the granular teeth. The vertical fin folds begin to differentiate. The large three dorsal spines with the spiny barbs on the forward margin, have developed within the anterior part of the dorsal fin fold and also the rays are appearing in the dorsal, anal and pectoral fins. On the other hand, the tip of anal fin has a distinct spine with the spiny barbs on the forward margin. The pectoral fin is rounded and comparatively large.

The melanophores come to disappear, except that on the head and a row along the frontal part of dorsal side. The silvery guanin begins to deposit on the surface of the body.

Juvenile (Fig. H)

At 70 mm. long juvenile, collected on November, off Tomioka, has acquired essentially the form and color of adult fish. The striking characteristic of juvenile is band-like form tapering to a pointed whip-like tail without the caudal fin. The head is relatively small and the mouth is large with a projected lower jaw. Each of the jaws is armed with smaller teeth behind the fangs. The dorsal fin is relatively high and the three dorsal spines have degenerated shorter than the ray behind them, though they are still spinous. The anal fin has reduced gradually to a series of short rays and the fin membrane disappeared, and an anal spine is yet conspicuous. The ventral and caudal fins are not formed throughout the life. The pectoral fins are small and are situated back to the gill covers. The melanophores disappear at all and the body is plain silvery all over. These juveniles occur in the shallow waters and are collected occasionally together with the young of the other fishes.

Literature

Delsman, H. C. (1926): Fish eggs and larvae from the Java Sea. Treubia, 8 (3–4)

Kamiya (1922): Pelagic eggs and larvae in Tateyama Bay. Part 2. Suisan Kōsyujo Shiken Hokoku, 18 (3)

Uchida (1933): Life history of cutlassfish. Zool. Mag., 45

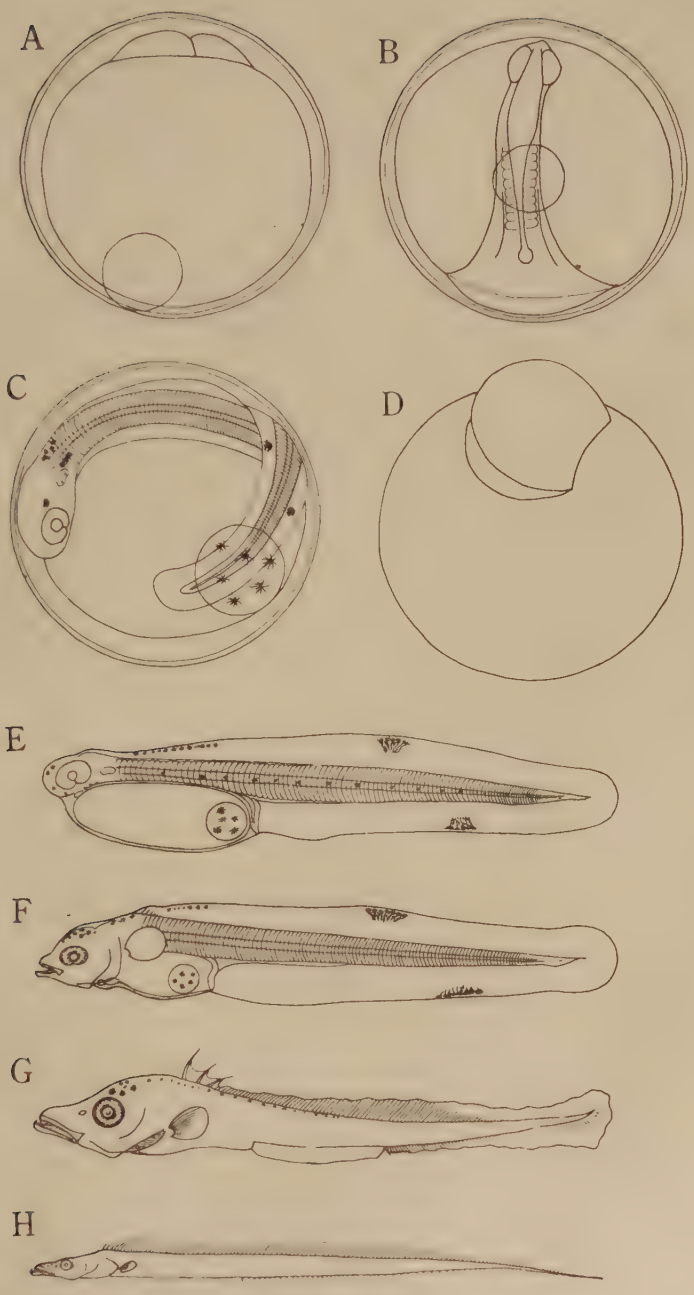


Fig. Eggs and larvae of cutlassfish

A, B, C: Eggs 1.7–1.9 mm. in diameter
D: Egg capsule
E: Newly-hatched larva 6.5 mm. in length
F: Prolarva 7.2 mm. in length
G: Postlarva 7.7 mm. in length
H: Juvenile 70 mm. in length

日本生態学会誌
Japanese Journal of Ecology
Vol. 11, No. 5 191-194
October 1961

吉田忠生：

九州西岸牛深周辺のホンダワラ類群落について

日生態会誌
Jap. J. Ecol.

九州西岸牛深周辺のホンダワラ類群落について*

九州大学農学部水産植物学研究室 吉田忠生

A BRIEF STUDY ON THE *SARGASSUM* VEGETATION AROUND USHIBUKA, WEST KYUSHU, JAPAN

Tadao YOSHIDA

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka

Sargassum vegetation growing in the shallow sea around Ushibuka City, west Kyushu, Japan was surveyed in July, 1959. Eight survey stations were chosen (Fig. 1). At each station, the vertical range and coverage of each species of *Sargassum* were recorded from direct observations by skin diving.

The lower limit of the range of *Sargassum* vegetation was recognized at about six m below the low water mark. The vertical range of a certain species was not the same among the stations, and the zonal arrangement of the species in relation to the depth was not obvious. The species belonging to the subgenus *Eusargassum* grow in the rather shallow sea exposed to moderate wave action. *Sargassum patens* grows predominantly in the shallow sea protected more or less from wave action. *S. piluliferum* and *S. serratifolium* were observed growing in deeper places under a wide range of wave action.

1961年6月15日受領

* 九州大学農学部水産学教室業績

I まえがき

潮間帯の海藻群落についての生態学的研究はこれまで世界各地において進められ，報告もひじように多くなつているが，低潮時にも露出しない漸深帯の海藻群落の研究はあまり進んでいるとはいえない．しかし最近アクアラングの利用によつて潜水が容易になり，研究者が直接に漸深帯の海藻を観察するようになつて，研究が盛んになりつつある．これまでの研究は主として比較的寒冷地の Kelp bed や *Laminaria* 群落を対象としたものか，熱帯地方のものであり，温帯沿岸にふつうなホンダワラ類の群落を対象とした研究はほとんどない．

筆者は日本各地の漸深帯海藻群落，とくにホンダワラ類群落について調査を進めているが，ここでは熊本県牛深市周辺の海中のホンダワラ類群落について予備的な調査の結果を述べたい．

Records of Oceanographic Works
in Japan (Special Number 5)
March 1961

ON THE AGE AND GROWTH OF *CHELIDONICHTHYS KUMU* (LESSON et GARNOT)

By

Yohiko Yunokawa

(Fishery Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University)

The sea-robin, *Chelidonichthys kumu*, inhabits warm waters. The commercial catch is the largest in the Yellow sea and the East China sea, and the sea-robin is economically important bottom fish in their fishing grounds.

Our group has been investigating the relation between the coastal bottom fish community and the oceanic bottom fish community. This investigation was practised as a link of these, too. The coastal and oceanic materials of the sea-robin were treated separately, and I report the result of coastal materials. About 400 specimens had been collected over two years since March, 1958, in near waters from Hakata Bay to Karatsu Bay.

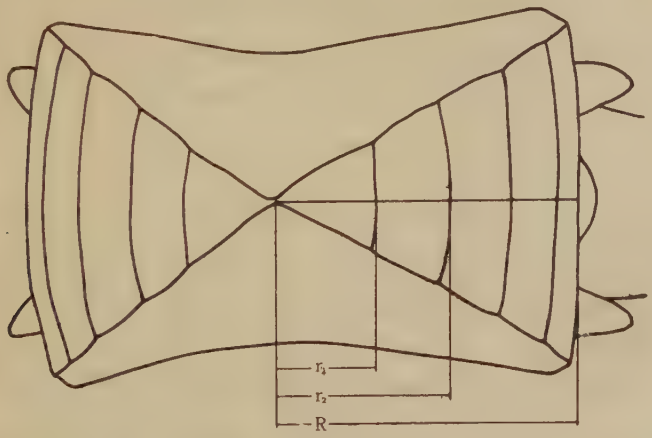


Fig. 1. The measuring axis of the vertebra

The characters used for determining age consist of scale, otolith, vertebra and others, but in the sea-robin the vertebra is the most preferable of them for this purpose. After measuring total length, body weight, gonad weight etc, the vertebrae are soaked in 5% sodium hydroxide for a day, and then they are washed a little and when they are soaked in phenolphthalein solution, they are dyed red in order to observe marks easily. The centrum is magnified twenty times by projector, and mark size is measured. It was examined whether marks of centrum could be practically used or not as a character for determining age. The marks of centrums were regular and similar (Fig. 2), and so we can use them for age determination.

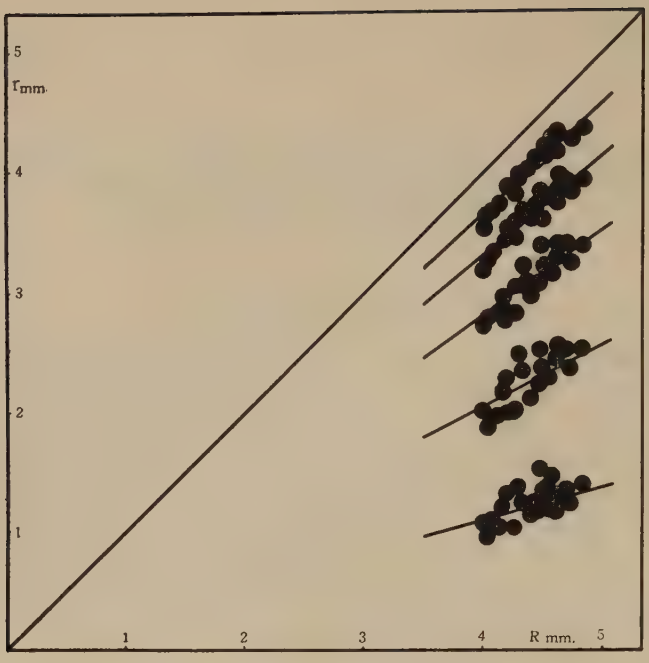


Fig. 2. Similarity of mark size

The number of vertebrae is 33 to 36, most of them are 34. Table 1 shows approximate probability of mark formation in each range of vertebral number,

Table 1. Probability of mark formation

Vertebral number / Mark	1 – 4	5 – 8	9 – 12	13 – 16	17 – 20	21 – 24	25 – 28	29 – 32	33 –
r_1	0.56	0.66	0.73	0.73	0.67	0.68	0.66	0.48	0.20
r_2	0.53	0.70	0.77	0.77	0.71	0.72	0.70	0.51	0.21
r_3	0.59	0.78	0.85	0.85	0.79	0.80	0.78	0.56	0.23
r_4	0.56	0.75	0.81	0.81	0.76	0.77	0.75	0.54	0.22

and the vertebrae of 9th to 16th has high probability. We are often afraid of mistaking real marks for imitation marks and erring in measuring mark size, but we must avoid these errors. For that reason, the vertebrae of 9th to 11th are always selected and only marks commonly existed in these are observed as real marks; when mark size is measured, the 10th centrum is used.

The relation between centrum size R, and total length L, (Fig. 3) is

$$\hat{R} = 0.11\,\hat{L} - 0.11$$

There are variations in centrum sizes of the same total length. Therefore, all mark sizes measured must be corrected to standard centrum sizes, that is, $r_1, r_2, r_3 \ldots = \hat{R}/R \times r'_1, r'_2, r'_3, \ldots$, where r_1, r_2, r_3, are mark sizes corrected, $\hat{R}$ is standard centrum size, $r_1, r_2, r_3, \ldots$ are mark sizes measured and R is

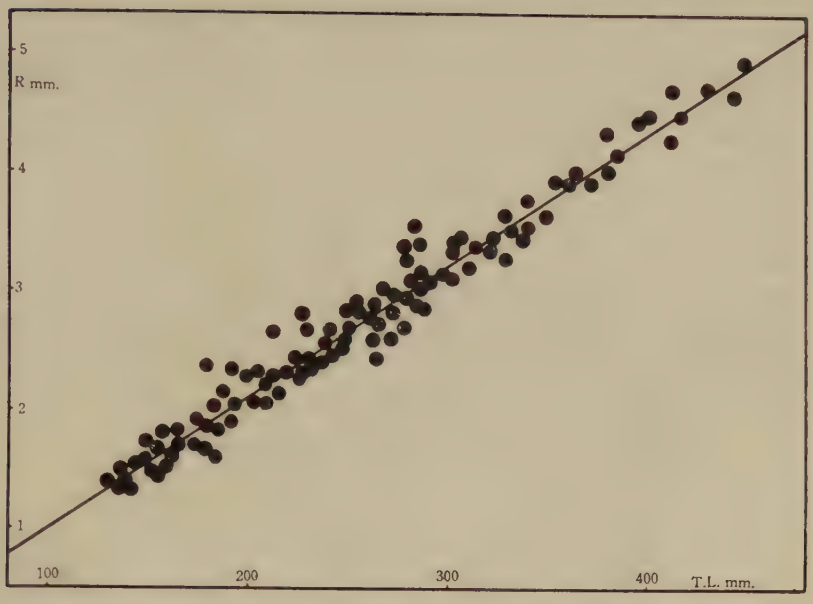


Fig. 3. Relationship of mark size to total length

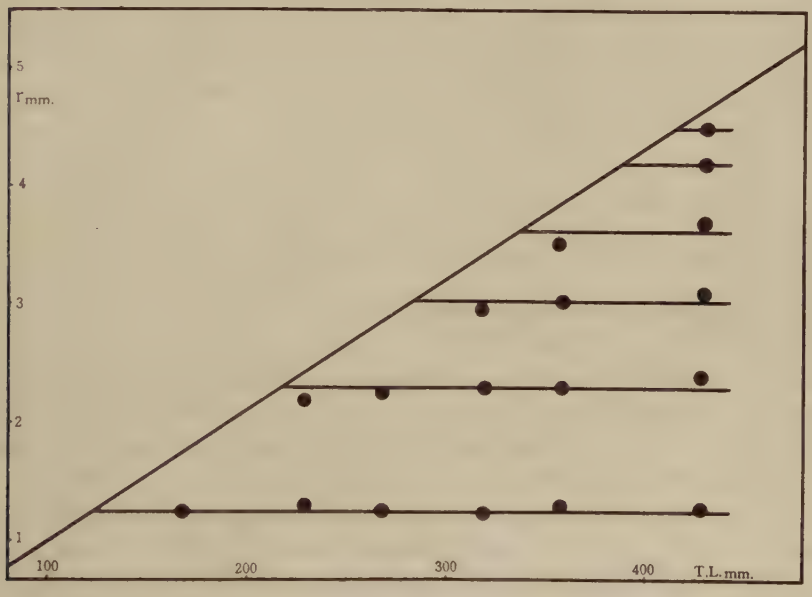


Fig. 4. Correspondency of mark size to total length

centrum size measured. All mark sizes in Table 2 are modes in each range of total length.

By means of Walford's growth transformation method, r_1, r_2, r_3, ... r_n are plotted along the x-axis against r_2, r_3, r_4, ... r_{n+1} along the y-axis. Their points

Table 2. Mark size in each range of total length

Range of total length	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
100 – 190	1.21					
191 – 232	1.28	2.14				
233 – 286	1.25	2.18				
287 – 340	1.21	2.23	2.85			
341 – 380	1.29	2.23	3.08	3.45		
381 –	1.30	2.62	3.16	3.78	4.20	4.50
Mean	1.24	2.28	3.03	3.62	4.20	4.50
ln (mm)	122	215	283	336	388	415

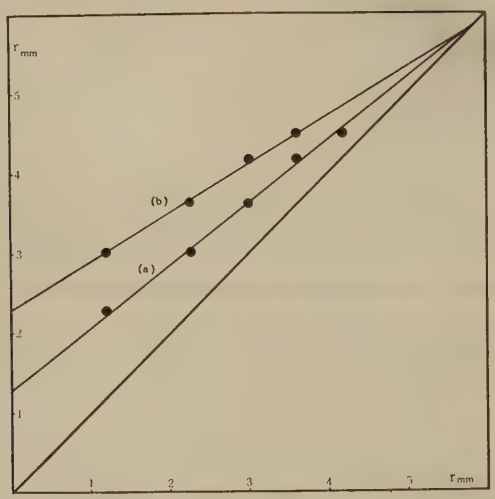


Fig. 5. Walford's growth transformation of mark size

fell along an approximate straight line (Fig. 5(a)), which is

$$r_{n+1}=0.781\, r_n+1.310$$

The ultimate length r_∞ can be located graphically at the point where the length at n equals the length at n+1, that is, $r_\infty = 1.310/1-0.781=5.98$. The ultimate total length L_∞ at r_∞ is 548.3 mm. The relationship of the total length to body weight is $W=1.099\cdot10^{-2}\cdot L^3$, the ultimate weight W_∞ is 1808 g.

To seek for the period when the mark is formed, the ratio of marginal growth increment, $R-r_{n+1}/r_{n+1}-r_n$, was calculated monthly (Fig. 6). According to this, the points fall down in March and September, and so it is estimated that the mark is formed two times in a year, March and September.

When mark sizes at age 1, 2, 3, ... $t+1$, $r_{n+1}=0.610\, r_n+2.333$ (Fig. 5(b)).

Considering growth of young stage, 1st mark is formed at one age. Spawning peak of the sea-robin can be fitted to Pütter-Bertalanff's equation and in weight Buch-Andressen-Fischer's equation

$$L_t = 548.2\,(1-e^{-0.494\,t+0.256})$$

$$W_t = 1808\ (1 - e^{-0.494\,t + 0.256})^3$$

Total length and body weight in Table 3 was calculated by these equations.

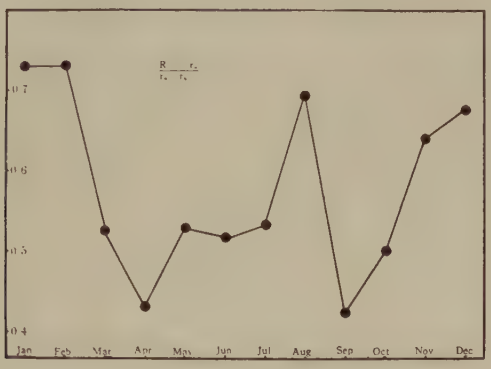


Fig. 6. Monthly change of marginal growth rate of vertebra

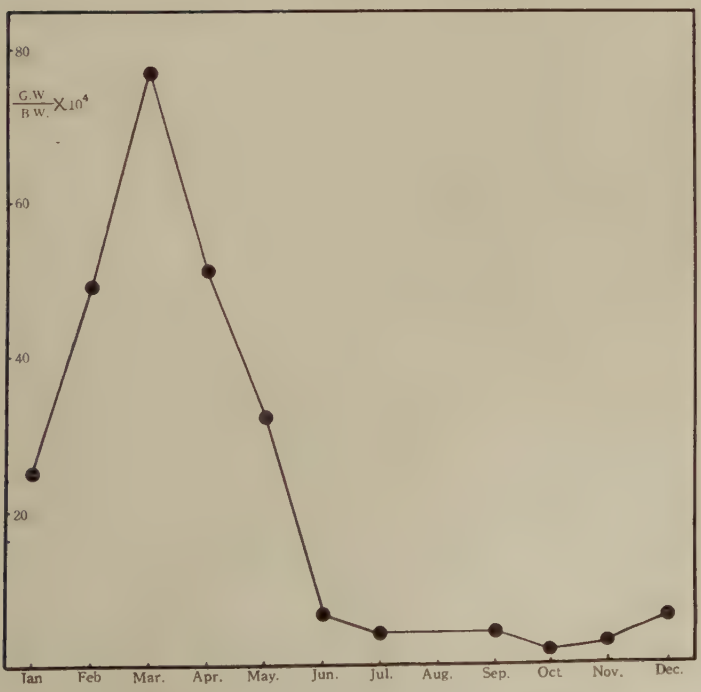


Fig. 7. Monthly change of maturity index

Table 3. Total length and body weight at each age

Age	1	2	3	4	5
T. L. (mm)	116	285	387	450	488
B. W. (g)	18	263	664	1040	1329

Discussion

The time when increasing velocity in weight is maximum, $d^2w/dt^2=0$, is 2.74 years. The 0.74 years is December and this month is early spawning season. In full two years, most of them join a spawning group, because the sea-robin of the total length more than 250 mm has eggs completely mature, or mature eggs.

In coastal sea waters, young age group is mainly catched. The statistical data which show the distribution of total length in landings are absent, but according to my samples and observation of landings one age group less than 200 mm in total length is catched in summer, two and three age groups are mainly catched in winter, and young groups less than 3 age occupy the greater part of the landing in other seasons.

Department of Fisheries
Chemical Section

食品の鮮度測定法に関する研究—XVI.

微量拡散法による揮発性還元物質(VRS)の定量

富山哲夫・藤野清也

日本水産学会誌
第二十七巻 第七号 別冊
昭和三十六年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 7, July 1961.

食品の鮮度測定法に関する研究—XVI.
微量拡散法による揮発性還元物質(VRS)の定量

富山哲夫・藤野清也

(1961年4月3日受理)

STUDIES ON THE METHOD FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XVI.
A METHOD FOR DETERMINATION OF VRS BY MICRO-DIFFUSION TECHNIQUE

Tetuo Tomiyama and Seiya Fujino*

A method which was developed in this study is as following. Place to the outer chamber of Conway unit a 2-cc. aliquot of sample flesh extract which can be prepared by mixing a 25-cc. aliquot of 7% trichloracetic acid solution with a mixture of 3.8 g. of ground flesh and 10 cc. of distilled water. Place to the inner chamber exactly 1 cc.-aliquot of alkaline solution of 0.05 N $KMnO_4$. Then, add 1 cc. of saturated K_2CO_3 solution to the sample extract in the outer chamber, followed by immediately sealing the unit with a cover, and leave the unit stand for two hours at room temperature. Remove the cover, and 0.5 cc. of 20% KI to the inner chamber, and further add few drops of sulfuric acid (2:5), followed by immediate addition of 0.05 N $Na_2S_2O_3$ while being stirred with a magnetic stirrer. Titrate the excess thiosulfate by 0.05 N KHI_2O_6, using a Kirk-type capillary micro-burette and a starch solution as indicator. The VRS value can be calculated by equation (1).

VRS obtained by the present method was about one-half as much as that by the distillation method[4a]. It is to be noted that VRS value of canned flesh obtained by the present method could not be employed for the estimate of the freshness of its material.

VRS の定量法についての既往の研究をみると，Strohecker 氏[1]は pH 6.17～6.60 の魚肉をそのまま水蒸気蒸留を行ない，Lang 氏等[2]，Farber 氏等[3]は獣魚肉および缶詰製品の圧搾汁を通気して，VRS を定量している。他方，富山等[4]は魚肉を酸性硫酸苦土で除蛋白した液をアルカリ性で水蒸気蒸留または通気してえられる VRS が鮮度をよく表わすと報告している。本報においては VRS を微量の試料で簡易に定量する目的で，富山等の定量法に Conway の微量拡散法[5]が用いられるかについて研究した。その結果，簡易定量法を設定することができたので，ここに報告する。

研究方法

1. 研究材料

a) 実験に供したアジは市販のもので，肉のみを採つて肉挽器にかけ，砕肉を数個のポリエチレン袋に入れて，5°～6°C の冷蔵庫に保存し，臭気によつて鮮度を判定し，適時実験に供した。

b) VRS の分画法: 既報[4b]に報告したように，水蒸気蒸留液 25 cc を Amberlite IRC-50 (H型) の 2 cc をつめたカラムに通し，通過する区分を中性区分とし，N H_2SO_4 で樹脂から脱着される区分を塩基性区分とした。

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka).

2. 水蒸気蒸留法による VRS の定量

既報のように，魚肉を硫酸酸性硫酸亜鉛で除蛋白した液に NaOH を加えて pH を 9.3 とした後，水蒸気蒸留を行ない VRS を定量した。しかし塩基性 VRS の混入を少なくする場合には，抽出液の pH を調整せずそのまま，すなわち，pH 2 附近で蒸留を行ない，VRS を定量した。

3. Conway 微量拡散法による VRS の定量

a. 試薬: 1) 2 *N* の NaOH を含む 0.05 *N* $KMnO_4$. 2) 約 0.25% 相当の Na_2CO_3 を含む約 0.06 *N* $Na_2S_2O_3$. 3) 0.05*N* KHI_2O_6. 4) 20% KI. 5) 希 H_2SO_4 (H_2SO_4 2:H_2O 5). 6) 飽和 K_2CO_3 液. 7) 0.2% 澱粉液: 馬力澱粉 1g を煮沸せる 1% サリチール酸 100 cc に加え，攪拌しつつ 5～10 分間弱く煮沸して乳白色より半透明に変じた時，水で 500 cc に希釈する。この液は長期間の保存に堪え，感度も鋭敏である。 8) 7% トリクロル酢酸水溶液（除蛋白抽出剤）. 9) 試料の希釈剤（蒸留水 13.8 cc に除蛋白抽出剤 25 cc を加えたもの）。

b. 試料の調製: 細砕した供試肉 3.8 g に蒸留水 10 cc を混和し，ついで 25 cc の 7% トリクロル酢酸溶液（TCA と略記）を加えて，ミックサーで充分に抽出し，乾燥沪紙で沪過する。この沪液 2 cc を定量に供するが，もし VRS が多くて，$KMnO_4$ 消費量と VRS が比例しない場合[42]は希釈剤（試薬 9）を用いて適当に希釈してから定量する。

c. 定量方法: 充分に清浄にし，乾燥した Conway のユニットの内室に，1 cc の 0.05 *N* アルカリ性 $KMnO_4$ を正確に入れ，外室に 2 cc の試料抽出液および約 1 cc の飽和 K_2CO_3 液を加え，直ちにユニットを密封した後，ユニットを揺つて，アルカリを混和し，室温に 2 時間放置する。放置中に $KMnO_4$ の色調が緑色に変色する時は，試料の VRS が多すぎるので，適当に希釈して定量すべきである。2 時間後に，20% KI の 0.5 cc を内室に加えて，酸化反応を停止させる。この状態では数時間おいても滴定値は変動しないから滴定は全試料を取纏めて行なうことができる。滴定にあたつては，magnetic stirrer の上に白紙をおき，その上にユニットを載せ，内室に小型の攪拌棒をいれ，緩かに攪拌しつつ 5 滴の希 H_2SO_4（試薬 5）を加えて，沃変を遊離させ，なるべく速かに 1 cc の 0.06 *N* $Na_2S_2O_3$ を加えて沃度を除く。つぎに 2 滴の 0.2% 澱粉液を加えてから，0.05*N* KHI_2O_6 で青紫色が生じるまで Kirk 型のミクロビウレットで滴定する。他方，供試抽出液の代りに希釈剤（試薬 9）を用いて，肉抽出液と全く同様に操作して盲検値を，一連の実験のたびに求める。もし Kirk 型のミクロビュレットがない場合には Bang のビュレット（2 cc 容量）を用い，0.005*N* KHI_2O_6 を使用すればよい。

d. VRS の計算: VRS の計算は次式による。

$$\text{VRS (microequivalent, } \mu\text{e/g. tissue)} = \frac{c(t-b)\times 0.05\times 1000}{m} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

t = titer of 0.05*N* KHI_2O_6 expressed as the reading of microburette, b = titer of 0.05*N* KHI_2O_6 for the blank test, c = volume (cc.) corresponding to one reading of microburette, m = weight (g.) of the sample flesh to be contained in a 2 cc.-aliquot of the sample flesh extract.

研 究 結 果

1. TMA および NH_3 の拡散におよぼす pH の影響

微量拡散法の拡散速度におよぼす主要因子として，拡散時の pH，放置温度および時間が考えられる。温度と時間については定量法を簡易化するため室温（20°C）で 2 時間行ない，必要により後述の補正式を用い補正するようにした。他方，pH が異なれば，拡散する物質の種類，量および物質間相互の割合が異なるので，$KMnO_4$ の消費量が違つてくる。そこで塩基性 VRS の代表として 1/1000 ミリモルのトリメチルアミン塩酸塩の TCA 溶液を種々の pH に調整して，室温で 2 時間放置し，内室に吸収される VRS 量を定量した。その結果は Table 1 に示すように pH 11.6 附近では直接酸化値の約 80% を示すことが分つた。また $(NH_4)_2SO_4$ 中の NH_3 量を Conway の方法[5]にしたがい定量すると，pH 11.6 で理論値の NH_3 量

が回収された。したがつて，同じ TCA 抽出液を用いて揮発塩基および VRS の定量ができる。一方，従来の定量法[4] で用いた硫酸々性硫酸苦土溶液を除蛋白剤としてつくつた抽出液を pH 10 以上に調整すると，多量の $Mg(OH)_2$ の沈澱を生じて $MgSO_4$ 溶液が固化し，拡散が充分行なわれない。したがつて本法においては特に TCA 溶液を除蛋白抽出液として用うるようにした。

Table 1. Change in VRS value and ammonium N when 2-cc aliquot of a TCA solution containing 0.096 mg of TMA·HCl or 90 mcg of NH_3-N was subjected to micro-diffusion at varying pH's.

pH	VRS		NH_3-N§	
	μe	%*	mcg	%†
9.5	7.1	69	64	71
10.0	7.1	69	80	89
10.5	7.4	72	84	93
11.1	7.5	73	88	98
11.7	7.7	75	92	102
12.0	8.0	78	86	96

* Expressed as per cent of VRS value which was obtained by oxidizing for two hours without diffusion (10.3 μe).
§ A twice-recrystallized sample of ammonium sulfate was employed.
† Expressed as per cent of theoretical value, 90 mcg N per 2 cc.

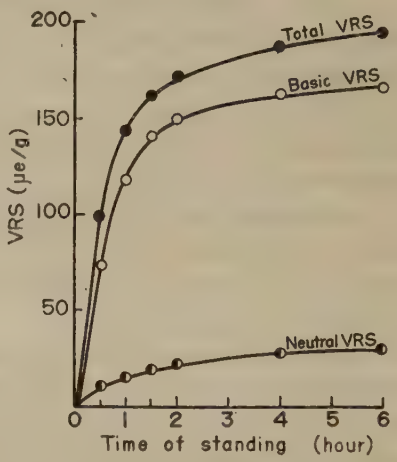


Fig. 1. Rate of diffusion of total, basic and neutral VRS at 20°C. and pH 11.6. Values for total, basic and neutral VRS's yielded by a 24-hour oxidation at 20°C. were 195, 166, and 29 μe/g., respectively.

2. VRS の吸収速度

アジ砕肉の硫酸苦土除蛋白抽出液を pH 9.3 で水蒸気蒸留してえた蒸留液を中性区分と塩基性区分に分画し，それぞれを CONWAY のユニットに入れて，pH 11.6 で室温に放置し，適当な時間に内室に吸収される VRS 量を測定した。この吸収された VRS の経時増加は Fig. 1 に示してある。これによると，全 VRS，塩基性 VRS および中性 VRS の 2 時間後の値は 24 時間後の値のそれぞれ 87%，92% および 73% をしめしている。したがつて VRS の拡散に要する時間は 2 時間でよいといえる。

3. アジ肉の鮮度低下に伴う VRS 値の変化

アジ砕肉を数個のポリエチレン袋に分ち入れ，5~6°C の冷蔵庫に保存したものを毎日一袋ずつ取り出しその VRS 含量を水蒸気蒸留および本法で定量した。その結果が Fig. 2 である。この結果をみると 3 日経過後に腐臭が感ぜられたが，その 1 日前にはすでにいずれの方法においても VRS の急激な上昇がみられた。ただし抽出液の pH を調整せず，そのまま定量に供すると，蒸留法の VRS 値は鮮度低下とともに上昇するが，本法値は低く，上昇量も少ない。したがつて本法により生肉の VRS を定量するためには，除蛋白抽出液をアルカリ性にして拡散せねばならない。除蛋白抽出液として $MgSO_4$ 抽出液をそのまま用いた場合は，TCA 抽出液をそのまま用いた場合よりも鮮度低下とともに VRS 値の上昇が顕著である。これは，除蛋白抽出液中の $MgSO_4$ 濃度が TCA 濃度より高濃度であり，そのため揮発性が高くなると思われる。本法により生肉の VRS 含量を定量する際には微酸性よりアルカリ性で拡散した方が鮮度を顕著に表わすが，これは通気法[4d] の場合と同様に拡散法の場合も塩基性物質が微酸性で拡散しないことを意味している。よつてトリメチルアミンを用い，種々の pH に調整した後，微量拡散および水蒸気蒸留した。その結果は Fig. 3 に示したように，拡散法では pH 5~6 の時の値は pH 9.3 の時の値の 8.4% に過ぎず，pH 8 より高い

と急激に拡散した。これに対し，蒸留法では TMA を pH 5.5 で水蒸気蒸留すると，約 38% も留出した。

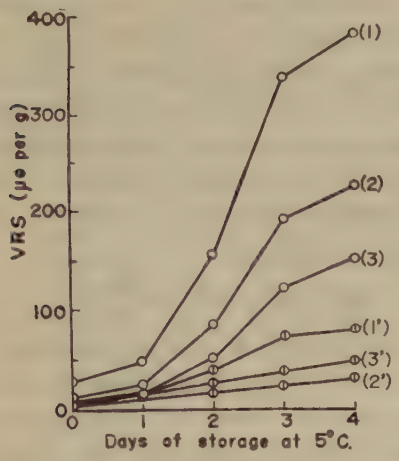


Fig. 2. Increase in VRS determined at varying pH's of horse-mackerel flesh extract with the storage of the flesh at 5°—6°C. (1): steam-distilled at pH 9.3. (2): micro-diffused at pH 11.6 from TCA solution. (3): micro-diffused at pH 9.3 from $MgSO_4$ solution. (1′): steam-distilled at pH 1.8. (2′): micro-diffused at pH 1.8 from TCA solution. (3′): micro-diffused at pH 1.8 from $MgSO_4$ solution.

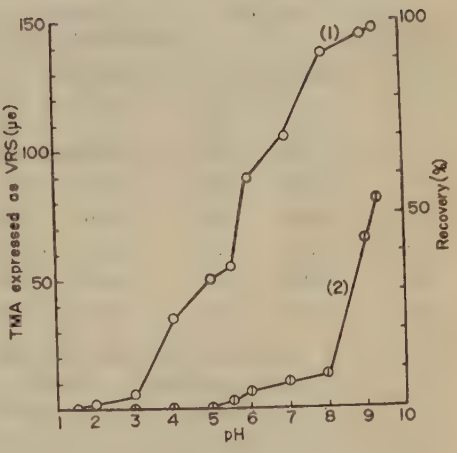


Fig. 3. Recoveries of trimethylamine by steam-distillation and micro-diffusion method at varying pH's.

4. 微量拡散法値と水蒸気蒸留法値との比較

種々の鮮度のアジ砕肉およびこれらを封管中で加圧加熱（10 ポンド，1 時間）したものの VRS 量を本法および水蒸気蒸留法で定量し，その定量値を比較した。その結果は Table 2 に示すように，アジ鮮肉では本法値は，蒸留法値の平均 59%，加圧加熱肉においては平均 60% であつた。これ等の値は富山等[4d] がえた蒸留法値に対する通気法値の割合 49 %に近い。しかもここに注目される点は，加圧加熱肉の原料が新鮮な場合でも加圧加熱肉の VRS 値は極めて高く，腐敗の進んだ生肉の VRS 値に相当する値をしめす。したがつて，密封加熱した肉の加熱前の鮮度は本法による VRS 値では判定できない。

5. TMA の室温における酸化および拡散速度

本法値が蒸留法値にくらべて，約 1/2 に近い理由としては，拡散が不完全であるか，あるいは TMA の室温酸化が 2 時間程度では不完全なことがあげられる。TMA の室温酸化速度についてはすでに報告[4d] したが，さらに長時間にわたる酸化速度を調

Table 2. A comparison between values for VRS* of horse-mackerel flesh determined by the present method and the steam distillation method[4a].

Micro-diffusion method (1)		Steam-distillation method (2)		$\frac{(1)}{(2)} \times 100$	
raw flesh	cooked flesh§	raw flesh	cooked flesh§	raw flesh	cooked flesh§
14	128	23	217	61	59
26	137	42	225	62	61
31	214	51	365	55	59
39	260	68	430	57	61
99	323	153	530	65	61
115		200		58	
155		250		62	
189		343		55	
234		390		60	
270		460		59	
274		476		58	

* Expressed as μe/g.
§ Autoclaved for one hour at 10 psi.

Table 3. Rate of oxidation of trimethylamine with an alkaline 0.05 N $KMnO_4$ solution and rate of diffusion of trimethylamine from a 4.5% trichloracetic acid solution at pH 11.6 and 20°C.

Time of standing in hrs.	Oxidation rate*		Apparent diffusion rate§	
	VRS, μe	%	VRS, μe	%
2	4.78	83	3.30	69
4	5.04	87	3.90	77
6	5.28	92	4.16	79
8	5.38	93	4.46	83
12	5.45	95	4.56	84
18	5.61	97	4.82	86
24	5.61	97	4.95	88

* VRS was determined at intervals after a 0.1 cc-aliquot containing 0.048 mg of TMA·HCl was mixed with a 1 cc-aliquot of alkaline solution of 0.05 N $KMnO_4$ and left stand at room temperature. The rate was expressed as per cent of VRS obtained by the oxidation under a 10-minute boiling condition (5.77 μe per 2 cc).

§ A 2 cc-aliquot of 4.5% TCA solution containing 0.048 mg TMA·HCl was subjected to micro-diffusion at pH 11.6. The approximate diffusion rate was expressed as per cent of VRS value at room temperature for each time period. It is to be noted that the autual diffusion rate is greater than this calculated one.

べた。すなわち，TMA·HCl 0.048 mg を含む水溶液 0.1 cc を小型試験管にとり，1 cc の 0.05 N アルカリ性 $KMnO_4$ を加え，室温に所定の時間放置して室温酸化させた後，滴定を行なつた。その結果は Table 3 に示したように，室温放置 2 時間の値は，加熱酸化値の 83% であり，室温に 18 時間～24時間放置した時の値は，加熱酸化値とほぼ等しかつた。そこで放置時間と室温酸化値との間の関係式[6] を求めると次式が得られた。

$$\log P = \log P_z + 0.065 \log \frac{24}{Z} \quad \cdots\cdots (2)$$

ここに Z は拡散時間，P_z は Z 時間後の $KMnO_4$ 消費量，P は 24 時間後の消費量である。次に拡散速度を求めるために，TMA·HCl 0.048 mg を含む TCA溶液 2 cc を pH 11.6 で所定の時間，室温で拡散した。その結果は，拡散 2 時間および 24 時間後の値は室温酸化値のそれぞれ 69 および 88% であり 2 時間の値を式（2）を用いて，24 時間の値に補正すると加熱酸化値の 69% にしか達しない。したがつて本法では酸化および拡散とも完全に行なわれているとはいえない。

考　　察

VRS の定量法には，水蒸気蒸留法と通気法とがあるが，本報では微量拡散法による新定量法を提出した。本法を種々の試料に応用する場合，最も注意すべきことは，密封加熱の魚肉が著しく高い VRS 値を示すために，この値によつて原料肉の鮮度を判定することが不可能な点である。これについては次報で，その原因およびこの種の試料に適した方法について報告する。本法の長所は　1) 加熱酸化を必要としないし，また蒸留法や通気法よりも装置が簡単であること，2) 微量の試料で足り同一試料で揮発性塩基態窒素も定量できること，3) 一日に約 60～90 個のユニットの定量を実施できること等である。欠点としては，1) 2 時間放置では拡散も酸化も不完全なこと，2) 清浄なユニットを用い，ピペットの取扱い，滴定等の操作に細心の注意を払わないと定量値に変動があること等である。

摘　　要

1. 試料肉の除蛋白抽出液を pH 11.6 としたときに発生する揮発性還元物質を微量拡散法によりアルカリ性 $KMnO_4$ 中に捕集する VRS の定量方法を案出した。

2. VRS の微量拡散がほとんど平衡となるためには室温に 2 時間以上放置する必要がある。

3. 本法でえられる定量値は生肉の鮮度をよく表わす。

4. TMA の除蛋白抽出液の pH を種々に調整して本法および蒸留法にかけると，蒸留法では pH 9.3 で完全に回収できるが，本法値は蒸留法値の 56% に過ぎず，また pH 5.5 では蒸留法値は pH 9.3 の 38% であるが，本法値は 8% にしか過ぎなかつた。

5. 本法および蒸留法により求めた缶詰肉の VRS 値は，原料の鮮度を示さない。この目的には抽出液を

アルカリ性にすることなく，定量に供すべきである。この方法については，次報に譲る。

文　　献

1) STROHECKER, R., VAUBEL, R., and KIRCHBERG, H.: *Z. Anal. Chem.*, **110**, 1 (1937).
2) LANG, O. W., FARBER, L., BECK, C. and YERMAN, E.: *Ind. Eng. Chem.*, Anal. Ed., **16**, 490 (1944).
3) FARBER, L.: *Food Technol.*, **3**, 300 (1948). *Ibid.*, **6**, 319 (1952).
4) a）富山哲夫，池浦一也，大山重信：本誌，**26**, 33 (1960). b）富山哲夫，池浦一也：本誌，**26**, 128 (1960). c）富山哲夫，池浦一也，藤野清也：本誌，**26**, 132 (1960). d）富山哲夫，大山重信，藤野清也：本誌，**26**, 520 (1960).
5) CONWAY, E. J.: Microdiffusion analysis and volumetric error, Rev. ed., 1947, D. Van Nostrand Co., Inc., New York.
6) 富山哲夫：陸水誌，**8**, 321 (1938).

食品の鮮度測定法に関する研究—XVII.

缶詰肉の鮮度判定用としてのVRSの定量法

富山哲夫・藤野清也

日本水産学会誌
第二十七巻 第七号 別冊
昭和三十六年七月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 7, July 1961.

食品の鮮度測定法に関する研究—XVII.

缶詰肉の鮮度判定用としての VRS の定量法**

富山哲夫・藤野清也

(1961 年 5 月 10 日受理)

STUDIES ON THE METHODS FOR TESTING THE SPOILAGE OF FOOD—XVII.

DETERMINATION OF VRS AS QUALITY TEST FOR CANNED FLESH

Tetuo Tomiyama and Seiya Fujino*

It has been shown in the previous study[3] that canned salmon flesh of good quality gave exceedingly high VRS value and that the autoclaving of horse-mackerel flesh resulted in a remarkable increase in VRS which was estimated on an alkalized flesh extract. The present study deals with the mode of formation of VRS in the flesh upon autoclaving, and further with a modification of Tomiyama et al's method which enables us to estimate the quality of canned flesh.

A high value for VRS which was obtained by the distillation, aeration and micro-diffusion procedure, was found to be made up mainly of basic substances. When the flesh of carp and horse-mackerel were autoclaved in the presence of TMAO, the basic VRS increased markedly whereas the neutral VRS remained nearly unchanged. The decomposition of TMAO was not influenced by the presence of TMA. Based on the above data is presented a method capable of determining TMA-free VRS simply by employing the deproteinized acidic extract as the sample for analysis rather than neutralized or alkalized one.

Lang 氏等[1] および Farber 氏等[2] は獣魚肉およびその缶詰製品の VRS 含量を通気定量する方法について報告している。著者等[3] はサケ缶詰肉中の VRS を富山等の水蒸気蒸留法[4a], 通気法[4d] および微量拡散法[3] で定量したところ，著しく高い値がえられた。本研究においては，コイ，アジおよびサバの肉を加圧加熱し，加熱後に増加した VRS を研究した結果，主としてトリメチルアミン (TMA) であることを確かめた。したがつて TMA が VRS に関与しないように著者等の水蒸気蒸留および微量拡散法を変改してみたところ，この変改法値は缶詰肉の原料の鮮度をよく表わすことが分かつた。本報では加熱処理前後における肉の VRS 量の変化，VRS の性質および起源について吟味した結果，およびそれらを基礎にして決定した変改法について報告する。

研究方法

1. 実験材料

アジ，サバおよび生きたコイは市場より求めたものである。いずれも肉部のみを採り，細砕肉として実験に供した。供試したベニザケ缶詰は工船上でクロルテトラサイクリン処理魚を原料としたものおよび処理してない魚を原料としたものの 2 種類である。いずれも肉部と液汁に分けて定量に供した。用いた TMA 塩

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka).

** 本研究の概要は昭和 35 年 11 月に日本水産学会九州支部大会（福岡市）において発表した。

酸塩およびトリメチルアミンオキサイド (TMAO) はそれぞれ東京化成工業および石津製薬から求めた市販品である。

2. 加熱肉の VRS の定量法

a) 水蒸気蒸留による定量法: 供試する肉抽出液（硫酸苦土による除蛋白液）を中和あるいはアルカリ性としないで，そのまま蒸留にかける。その他の操作は既報[4a]のものと全く同様である。

b) 微量拡散による定量法: この場合には硫酸苦土による肉抽出液[4a] 2 cc を Conway unit の外室に採りアルカリを加えない。したがつて pH 2 附近で VRS を内室に拡散させるようにする。他の点は前報[3]と全く同様で，計算の場合には抽出液 2 cc 中の供試肉の重量 (0.2 g) で除して，肉 1 g 当たりの VRS を microequivalent で表わす。すなわち

$$\mathrm{VRS}=\frac{c(t-b)\times 0.05\times 1{,}000}{0.2}$$

where, t = titer of 0.05 N KHI_2O_6 expressed as the reading of microburette, b = titer of 0.05 N KHI_2O_6 for the blank test, c = volume (cc.) corresponding to one reading of microburette.

研 究 結 果

1. 鮭缶詰肉および液汁の VRS 値

ベニザケ缶詰の肉および液汁の抽出液の pH を 9.3 としてから，VRS を蒸留法，通気法および微量拡散法で定量した結果は Table 1 に示してある。この缶詰内容は官能的にみて上級品であるにもかかわらず，肉質，液汁ともに pH 9.3 における VRS 値は著しく高い値を示した。しかし同じ抽出液を pH 5.5 に調整して定量すると，低い値がえられた。他方，pH 9.3 で蒸留し，蒸留液を Amberlite IRC-50 (H 型) を用いて塩基性区分と中性区分とに分画したところ，大部分は塩基性 VRS で，中性のものは極めて僅かしか存在しなかつた。

Table 1. VRS, μe per g, of canned salmon flesh.

pH of extract	sample flesh: CTC-treat.	sample flesh: part of canned salmon	VRS value determined by: steam-distil. total	steam-distil. N[1]	steam-distil. B[2]	Aeration	micro-diffusion
9.3	without	flesh	113	5	88	44	53
		juice	117	1	98	61	45
	with*	flesh	120	2	103	62	52
		juice	100	—	—	64	63
5.5	with*	flesh	25	6	22	3	0
		juice	—	—	—	3	0

* Prior to the canning the fish were subjected to a chlortetracycline (CTC)-dip treatment. 1) N: neutral VRS. 2) B: basic VRS.

2. 加圧加熱による VRS の生成

pH 9.3 で定量される VRS は加圧加熱中に新しく生産されると考えられるので，種々の鮮度のアジ肉をガラス封管中で，10 ポンド，60 分間加圧加熱し，それらの肉抽出液の pH を 9.3 および 5.0～5.5 とした後，蒸留法，通気法および微量拡散法で VRS を定量した。その結果は Table 2 に示してある。pH 5.0～5.5 で定量した場合には，通気法および微量拡散法の値はいずれも低く，加熱後の増加量も少ないのに対して，蒸留法による VRS の増加量はこれ等の数倍であつた。それに反して pH 9.3 の場合の値は，いずれの方法で定量しても pH 5.0～5.5 の値より遙かに大きいだけでなく，加熱後の増加量は鮮度のよいものの方が著しく大きく，鮮度低下と共に加熱時の増加量は小さくなつた。これは次項で明らかなように，新鮮な海産魚肉中には加熱時の VRS 増加の原因をなす TMAO が多量含まれ，鮮度低下と共に消失するからであろう。他方，いずれの定量条件においても，1 つの定量法で鮮度低下を追跡すれば，常に鮮度低下と共に VRS は急上昇する。しかし定量する時の pH によつて VRS が著しく変動するので，加熱肉の VRS 値によつて加熱前の生肉の鮮度の良否を表わすためには，VRS 定量時の pH を一定に規正せねばならない。

Table 2. The change during storage of horse-mackerel flesh in VRS value of the flesh after autoclaved.*

Days of storage at 5°C.	pH of extract	Before autoclaving			After autoclaving		
		distillation	aeration	diffusion	distillation	aeration	diffusion
0	5.0	7	3	5	35	17	11
	9.3	27	13	17	173	79	132
1	5.0	7	3	5	27	20	20
	9.3	41	19	27	196	90	131
2	5.0	99	26	25	97	18	32
	9.3	341	198	195	330	159	—

* 1-hour autoclave at 10 psi.

Table 3. The change in neutral and basic VRS (μe/g) of autoclaved* horse-mackerel flesh with its freshness.

Days of storage at 5°C.	pH of extract	VRS, μe per g					
		distillation		aeration		diffusion	
		neutral	basic	neutral	basic	neutral	basic
0	9.3	15	157	7	61	16	76
1	9.3	13	184	5	86	9	127
2	5.5	32	49	3	5	7	17
	9.3	34	277	11	157	19	—

* 1-hour autoclaved at 10 psi.

つぎに加圧加熱によつて増加した VRS の成分を中性および塩基性区分に Amberlite IRC-50 (H型) で分画してみると，Table 3 に示すように鮮度の良否を問わず中性区分は含量少なく，塩基性区分は甚だ多いことが分かつた。塩基性区分の VRS を pH 5.0～5.5 の下に蒸留法および通気法で定量すると，pH 9.3 で定量した塩基性 VRS のそれぞれ 1/5 および 1/30 に過ぎなかつた。したがつて VRS によつて加圧加熱肉の生原料の鮮度を表わすためには，VRS を pH 9.3 よりも pH 5 あるいはそれ以下の微酸性で定量すべきである。この点については pH 2 および pH 9.3 の下に種々の鮮度をもつアジ肉の VRS を定量した結果 (Table 4) をみると明瞭である。蒸留法，微量拡散法いずれによつても比較的鮮度のよい試料では，pH 9.3 の時の VRS は試料を加熱することによつて増加した。しかし pH 2 の時の VRS は試料の鮮度の良否にかかわらず，試料を加熱した前後で増加することはなかつた。蒸留法値が pH 2 の場合に微量拡散法よりも高い値を示す理由は，VRS の駆逐が充分に行なわれること，VRS の酸化が高温のために完全に近いこと，

Table 4. Relation between freshness and VRS value (μe/g) determined at pH 2 and pH 9.3 of autoclaved horse-mackerel flesh.

Method of determination	Days of storage at 5～6°	VRS at pH 2		VRS at pH 9.3	
		before heating	after heating	before heating	after heating
Steam-distillation	0[a]	8	8	34	150
	1[b]	12	11	56	217
	2[c]	31	36	200	365
	3[d]	46	48	460	470
	4[e]	56	51	476	480
Micro-diffusion	0[a]	3	2	18	90
	1[b]	6	6	31	128
	2[c]	7	8	115	217
	3[d]	10	10	270	274
	4[e]	11	11	274	280

a, b: fresh odour. c: slightly fishy odour. d: slightly rancid odour. d: putrid odour.

また試料が酸性のために酸性物質も混入することなどが考えられる。

3. 加圧加熱によつて生成する VRS の起源

TMAO を含有する肉を加圧加熱すると，TMA を生ずることはすでに 1926 年に知られているので[5]，加圧加熱によつて増加する VRS の起源の一つとして TMAO が挙げられる。そこで鮮肉の VRS の増加と TMAO との関係を知るために TMAO を含有肉としてサバ肉を，これを含まない肉としてコイ肉を用い，つぎのような実験を行なつた。すなわちサバおよびコイの碎肉 25 g あるいは蒸留水 25 cc に対し TMAO の 5 ミリモル水溶液 1 cc (375 mg TMAO 含有) を加え，封管中につめ，直ちに 10 ポンドで 60 分間加熱した。同時に TMAO 溶液 1 cc の代りに蒸留水 1 cc をそれぞれの肉に加えて同様に加熱処理したものを対照とした。VRS の定量は pH 9.3 で水蒸気蒸留法[43] によつた。その結果は Table 5 に示してある。

Table 5. Increase in VRS** on 1-hour autoclaving at 10 psi.

Sample	Before autoclaving			After autoclaving		
	neutral	basic	total	neutral	basic	total
TMAO*	2	1	2	3	1	3
Carp flesh	27	4	28	26	5	32
〃 +TMAO*	24	2	28	23	143	174
Mackerel flesh	25	71	91	35	79	108
〃 +TMAO*	35	79	113	51	276	346

** Determined by steam-distillation at pH 9.3. * A 375-mg aliquot of TMAO was added to 25g of flesh or 2.5cc of water.

Table 6. The change in VRS from TMAO autoclaved with TMA and alanine.

Sample	VRS, μe per g	
	Before autoclaving	After autoclaving
TMA†	2.52	2.47
TMAO§	0.05	0.05
TMA+TMAO	2.57	2.57
TMA+TMAO+alanine††	2.53	2.53

* Expressed as cc of 0.05 *N* KHI_2O_6. † 1/100 millimol. of TMA-HCl (0.955mg) was used.
§ 1/100 millimol. of TMAO (0.75mg) was used.
†† 1/10 millimol. of alanine (8.90mg) was used.

コイ肉だけを熱処理すると，VRS の増加はみられなかつた。これはこの肉に TMAO がないためと考えられる。他方，サバ肉だけの場合も僅かに増加したに過ぎなかつた。恐らくは供試したサバ肉の鮮度が多少低下していたことと，このサバ肉自身の TMAO 含量が恐らく低かつたためではないかと推察される。また TMAO の水溶液を加圧加熱しても VRS の生成は起らなかつた。しかしコイ肉およびサケ肉に TMAO を添加して加圧加熱すると著しい VRS の増加がみられ，その増加は中性区分ではなく主として塩基性区分であつた。つぎにコイ肉およびサバ肉に等量の TMAO を添加後，密封加熱した時に増加する VRS はそれぞれ約 140 μe/g および 240μe/g であつて，この差は恐らくサバ肉の方がコイ肉よりも TMAO を還元する物質が多いためと思われる。

なお TMAO を TMA に還元する機構としては，従来確かめられたように，鮮肉中の SH 基および加熱時に生成する SH 基のような水素供与体の他に，TMAO と共存する TMA が還元を触媒する可能性も考えられる。また TMAO を熱分解した場合，ヂメチルアミン (DMA) およびフォルムアルデヒド (FAL) を生じ，DMA のイミノ基と FAL のカルボニル基が結合すると，見掛け上 VRS の増加が起こらない可能性もある。因つて TMAO と TMA の混合物に FAL を捕捉するために alanine を添加して加圧加熱した場合に VRS が増加するか否かを検討した。その結果，Table 6 に示すように，TMAO は TMA が存在しても，また alanine が共存しても，加圧加熱により VRS を増加させなかつた。したがつて TMA は TMAO の還元に触媒的に作用しないことが分かつた。

考　　察

生肉を加熱すると肉中の TMAO が生肉中の SH 基および加熱時に新生する SH 基によつて TMA に還元されることについては，すでに ACKERMANN 氏等[5] により 1926 年に報告されている。佐々木氏等[6] も TMAO をマグロ肉および豚肉に加えて加熱すると TMA が生ずることを確かめ，添加した TMAO の 10% が TMA に還元されたと報告している。太田氏[7] は TMAO が加熱によりヂメチルアミン (DMA) とフォルムアルデヒド (FAL) に分解し，この反応は魚肉エキス成分あるいは特定のアミノ酸の存在によつて促進されることを明らかにし，また生じた FAL は共存する蛋白質あるいはアミノ酸と反応消失するものと推定している。また HUGHES 氏[8] はニシンの肉を密封ガラス管中で加圧加熱すると，TMAO の減少と共に TMA が相対的に増加すること，および加圧加熱により TMA 以外に DMA や NH_3 が増加するのを認めている。

著者等は海産魚肉を密封加圧加熱すると，塩基性 VRS が増加するが，コイの肉ではこの現象がみられないこと，また魚肉に TMAO を特別に添加して加圧加熱すると，塩基性 VRS が著しく増加することを確認した。これらの事実から海産魚肉の密封加熱により増加する VRS の主原因物質は TMAO であるといえる。また増加する VRS の大部分は，従来の文献からみて TMA であるのは明らかである。因つて FARBER[9] も確かめているように，加熱肉の場合には TMA は原料肉の鮮度判定には用いられない。したがつて VRS によつて密封加熱肉の加熱前の鮮度を表わすには，加熱によつて生じた TMA が VRS 値に入らないように定量法を定めねばならない。そのためには前報に示したように，微量拡散法では pH 5 以下，水蒸気蒸留法では本研究に示したように pH 2 附近とすべきである。通気法においては既報[4d] に示したように pH 7 以下であれば，VRS に対する TMA の関与は少ない。このような理由から，加熱処理肉の原料の良否を判定するための VRS の定量法をいずれの方法においても酸性硫酸苦土による除蛋白液の pH を調整せずにそのまま定量するように変改した。FARBER 氏等[2] は缶詰肉原料の鮮度を判定するのに，圧搾汁をそのまま pH を調製せずに VRS を通気定量しているが，圧搾汁の pH によつて多少 TMA が混入する可能性はあると思われる。

なお本研究においては 1g のサバ肉およびコイ肉はそれぞれ 0.02 ミリモルおよび 0.012 ミリモルの TMAOを還元した。佐々木氏等[6] の研究では 1g の豚肉は 0.016 ミリモルの TMAO を還元した計算となり，本実験の値に近い。

総　　括

1. 新鮮なサケ肉缶詰の VRS をアルカリ性において蒸留法，通気法および微量拡散法により定量すると，いずれも著しく高い VRS 値がえられた。

2. 新鮮なアジ肉を密封加圧加熱すると，アルカリ性で定量した VRS 値は甚しく高く，その成分は主として塩基性 VRS であつた。

3. TMAO をコイおよびサバ肉に添加してから密封加圧加熱すると，無添加のものに比べて塩基性 VRS は著しく大きく，TMA が大部分を占めていると信ぜられる。なお共存する TMA はこの還元に対し触媒的には作用しなかつた。

4. 以上の結果に基づいて缶詰肉原料の鮮度を示す VRS 値の定量方法を決定した。

文　　献

1) LANG, O. W., FARBER, L., BECK, C., and YERMAN, E.: *Ind. Eng. Chem.*, Anal. Ed., **16**, 490 (1944).
2) FARBER, L.: *Food Technol.*, **3**, 300 (1948); *ibid.*, **6**, 319 (1952).
3) 富山哲夫，藤野清也: 本誌，**27**, 678 (1961).
4) a) 富山哲夫，池浦一也，大山重信: 本誌，**26**, 33 (1960). b) 富山哲夫，池浦一也: 本誌，**26**, 128 (1960). c) 富山哲夫，池浦一也，藤野清也: 本誌，**26**, 132 (1960). d) 富山哲夫，大山重信，藤野清也: 本誌，**26**, 520 (1960).
5) ACKERMANN, POLLER und LINNEWEK: *Ber. deutsch. chem. Ges.*, **59**, 2751 (1926).
6) 佐々木林治郎，藤巻正生: 農化，**27**, 420 (1953).
7) 太田冬雄: 本誌，**24**, 334 (1958).
8) HUGHES, R. B.: *J. Sci. Food Agric.*, **8**, 431 (1959).
9) FARBER, L., and FERRO, M.: *Food Techdol.*, **10**, 303 (1956).

クロルテトラサイクリンの化学的定量法
1. 酸比色法の改良

(クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持
に関する研究－I)

米　　康　　夫

Improvement of Levine's acid colorimetric method for determination of chlortetracycline

(Studies on keeping quality of fish
by use of chlortetracycline–I)

Yasuo Yone

九州大学農学部学芸雑誌，第19巻第1号，別冊，昭和36年11月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture,
Kyushu University, vol. 19, no. 1 November 25, 1961

クロルテトラサイクリンの化学的定量法
1. 酸比色法の改良*

(クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持に関する研究－I)

米　康夫

Improvement of Levine's acid colorimetric method for determination of chlortetracycline
(Studies on keeping quality of fish by use of chlortetracycline-I)

Yasuo Yone

化学的定量法は比較的容易に操作でき，且つ迅速に実施できるので，CTC を含有する氷および水溶液中の CTC を定量するに適している．しかし CTC 氷には CTC の外にカーボキシメチル繊維素，脱塩素剤および食塩などを添加するので，蒸溜水や水道水にとかした CTC の定量がうまくできる方法であつても，この種の氷の場合に良い方法とは断定できない．因つてまず従来発表されている数多くの化学的定量法が CTC 氷の定量に適しているか否かを吟味し，次いでその結果に基づき酸比色法を水中の CTC を定量するに適するように変改した．

A. 定量法の吟味

本研究では FDA および厚生省が公定法として採用している塩化第二鉄による比色法,[1] iso-CTC の螢光による方法[2]および酸比色法,[3] また Upham 氏らが CTC 氷の定量に用いた紫外部吸光法[4]および坂口氏ら[5]の CTC とトリウムのキレート化合物の吸光度による方法が氷中の CTC を定量するに適するか否かを吟味した．塩化第二鉄による CTC の発色はきわめて弱く，CTC 氷の場合のように 5 mcg/cc 以下の CTC を定量するには不適当であつた．その他の定量法もすべてそれぞれ欠点があつた．

研究結果および考察

1) iso-CTC の螢光による方法[2]

本法は厚生省が Levine 氏らの方法[3]を氷中の CTC 定量に適するように変改した方法で，アルカリ性で加熱して生ずる iso-CTC の螢光を利用した方法である．まず本法で水溶液中の CTC を定量したところ紫外線照射下の iso-CTC の螢光は Fig. 1 に示すよ

* 九州大学農学部水産化学教室業績．

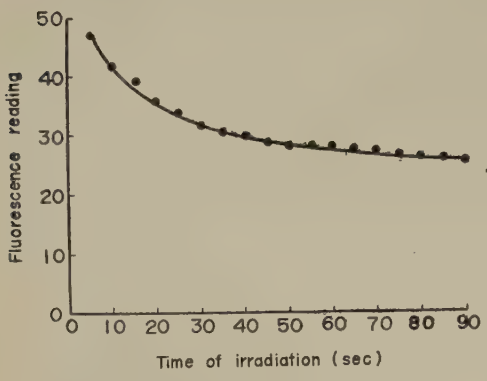


Fig. 1. The change in fluorescence of iso-CTC prepared by Japan FDA method[2] on irradiation with the excitation light of 360 $m\mu$.

Table 1. A comparison between values for CTC obtained when melted ice, tap water and distilled water solutions of CTC were analyzed by Japan FDA method and the cylinder plate method.

	Japan FDA method[2]	Cylinder plate method
CTC in distilled water	4.4	4.6
	4.5	3.8
	4.0	4.0
	4.1	4.6
	1.8	1.0
	1.3	0.8
CTC in tap water	2.7	4.4
	1.8	3.3
	0.5	1.0
CTC in ice*	2.3	4.7
	2.3	4.7
	2.4	4.3
	2.3	3.9
	3.5	2.2
	2.5	2.5
	1.1	1.4

* The ice was so prepared that it would contain CTC (5 ppm), carboxymethylcellulose (15.2 ppm), $NaHSO_3$ (1.9 ppm), and NaCl (77.9 ppm).

うに不安定であつた．しかし1分経過後の変化は比較的緩慢であつたので，次に3分経過後測定の条件で水溶液および氷中の CTC 量を定量した．この方法による値と微生物検定値との比較は Table 1 に示す通りで，蒸溜水中では両法による値が比較的よく一致したが，井戸水および氷中ではこの変改法による値の大半は，微生物検定値より低かつた．この理由は恐らく市水中の金属とキレートした CTC は，厚生省の方法では完全に iso-CTC に変化しないと考え，次のように吟味してみた．すなわち蒸溜水および市水にそれぞれ 4 ppm 溶解した CTC 液に n/5 EDTA (ethylendiaminetetraacetic acid Na_2 salt) を加えたところ，EDTA を加えない市水中の CTC 量は蒸溜水中のそれの約1/4であつたが，市水 100 cc 中に n/5 EDTA を 1 cc 加えた場合の CTC 量は蒸溜水中のそれと全く同じ値を示した (Table 2).

Table 2. The effect of sodium salt of ethylendiaminetetraacetic acid on Japan FDA value for CTC assayed on a tap water solution.

cc of N/5 EDTA added to 100 cc of 4 ppm CTC solution	Fluorescence reading	
	In distilled water	In tap water
0	82.5	20.0
1	89.0	89.0
1.5	86.7	87.5
2	88.0	86.9
2.5	86.5	87.8

2) 紫外部吸光法[4]

この方法は Upham 氏らが氷中の CTC 定量に用いたもので，融解水を 0.05 n HCl 液として 370 mμ の吸光度を測定し CTC 量に換算する方法である．本法で氷中の CTC を定量した値と pad plate assay 法でえた値とを比較した結果を Table 3 に示した．紫外部吸光法による値は微生物検定値よりきわめて高い値を示した．この原因は活性塩素による

Table 3. A comparison between values for CTC in ice determined by the Upham et al's method,[4] the Sakaguchi et al's method[5] and the pad plate microbiologic method.
The ice possesses the same composition as given in Table 1.

Microbiologic method	Sakaguchi et al's method		Upham et al's method
	Before filtration	After filtration	
mcg/cc	mcg/cc	mcg/cc	mcg/cc
2.6	4.4	3.3	
2.0	4.2	3.7	
1.4	5.0	3.2	
1.6	2.7	2.0	
3.3	5.1		
2.9			5.4
3.4			5.8
3.5			5.8
2.6			4.3
3.1			5.7

CTC の破壊生産物が 380 mμ に最大吸収部をもつので，おそらくそのような CTC の分解物や溶けた水氷中の微細な浮遊物質が吸光度に影響したためであろう．

3) 坂口氏らのトリウム法[5]

この定量法は CTC のトリウム・キレート化合物の吸光度による方法である．氷中の CTC 量をトリウム法によつて定量した値を微生物検定値と比較すると，Table 3 に示すように前者は微生物検定値よりも常にはるかに高い値を示した．なお坂口氏らの方法ではトリウム試薬の添加後に濾過してから定量すると，濾過前の値に比べてかなり低くなるが，微生物検定値よりもまだかなり高い値を示した．坂口氏らの方法ではキレートの吸光度を測定しているので，微細な浮遊物の存在は見かけの値を高くするのが当然であり，濾過により値が低下したのもこのような理由であろう．

4) 酸比色法

蒸溜水および井戸水中に CTC を 5 ppm の濃度になるように溶解し，14～19°C に放置した場合の CTC 量の経日変化を Levine の方法[3] に従い定量し，他方 *Bac. cereus* No. 5 を用いた pad plate assay 値と比較した．その結果は Table 4 に示すように原法による定量値と pad plate assay 値との間には殆んど差がなかつた．

Table 4. A comparison between values for CTC estimated by the acid colorimetric method* and the pad plate assay method.†

Samples	Method	CTC, ppm		
		Initial	24 hrs.	72 hrs.
CTC in distilled water	acid	5.4	5.2	4.0
	pad	5.2	4.5	4.0
CTC in tap water	acid	5.2	5.1	2.8
	pad	4.8	3.1	2.8

CTC solutions were left standing at 14-19°C. * Levine's method.[3]
The absorbancy was measured by Beckman spectrophotometer.
† Test organisms used was *Bacillus cereus* # 5.

B. 酸比色法の改良

A項の研究で Levine の酸比色法[3] による水中の CTC 定量値は微生物検定値と比較的によく一致し，また容易に CTC の概略値がえられることを知つた．しかし Levine の酸比色法では小量（2 cc）の試料をとり，光電比色計を用いて測定するため，CTC 水中のような低濃度（5 mcg/cc 以下）の CTC 定量の場合には，定量値の精度が悪い．因つて本研究では基礎的定量条件を吟味し，水中の CTC を定量できるように Levine 法を変改した．

変 改 定 量 法

a） 試　　薬

20 % 塩酸：約 20 % 工業用あるいは試薬1級品の塩酸を常圧で蒸溜すれば 20 % のものがえられるが，初溜分を除かねばならない．特級の試薬以外は遊離塩酸を含むので，この蒸溜精製は省略しえない．

標準 CTC 液：CTC 80 mg（塩酸塩として 86 mg）を蒸溜水にとかし 100 cc に定容する．この液を 1 cc ずつ小型試験管に分注し，ポリエチレン膜で蓋をして凍結し保存する．凍結状態では1カ月間効力の低下はないが，融解したものは再び凍結保存してはならない．定量時に小試験管の内容を蒸溜水で稀釈して 100 cc に定容し，8 mcg/cc の液をつくる．更に蒸溜水で稀釈して 6, 5, 4, 3, 2 および 1 mcg/cc の標準系列をつくる．

b） 試料の調製

氷をビーカーあるいはポリエチレンの袋に入れ，流水中で融解し蒸溜水で 8 mcg/cc 以下の CTC 濃度になるように稀釈する．試料が濁つている場合はそのまま濾過することなく，定量操作にしたがつて塩酸酸性で加熱処理した後に濾過する．

c） 盲検液の調製

標準用盲検液としては蒸溜水を用いる．試料用盲検液には CTC を含まない製氷用水を用いるべきであるが，止むを得ざる場合には試水の成分組成に近い水道水を用いればよい．

d） 操　　作

50 cc の試料，標準液および盲検液を 100 cc の三角フラスコあるいは 100 cc のメスフラスコにとり，これにそれぞれ 20 cc の 20 % 塩酸を加える．よく振盪した後すべてのフラスコをなるべく同時に 80°C の湯煎に入れて約 20～30 分間（フラスコ内の液温が 80°C に達してから 5～15 分間）加熱したのちにとり出す．直ちに流水で冷却し，蒸溜水で 100 cc に定容したのち分光光度計の長吸収管（長さ 100 mm）を用い 440 mμ の吸光度を読む．まず標準 CTC 液の濃度と吸光度との関係を示す標準直線を描いておく．次に試料の吸光度より盲検液の吸光度を差し引いた値を求め，この値に相当する CTC 量を標準直線より求める．

実　験　の　部

1） 加熱温度および加熱時間

Levine 法では沸騰水中で5分間加熱したのち，直ちに冷却するように指示している．因つて本研究では 5 mcg/cc の CTC 液 50 cc に 17.7 cc の蒸溜塩酸を混和してから沸騰

水中で加熱し，加熱後 3, 5, 8, 12 および 17 分の吸光度を測定したところ吸光度の変化が激しく，最高吸光度を示したのは短時間であつた．多数の試料を測定する場合は 5 分間加熱という条件は厳守し難いので，その測定値は不定となる恐れがある．因つて 80°C の湯煎中で加熱したところ加熱 12 分後に最高吸光度を示し，27 分後もほとんど同じ値を示した (Fig. 2)．次に初液温の異なる試料を 80°C の湯煎中で加熱した場合の液温および吸光度の変化をみたところ，初液温 20°C の試料は加熱後 15 分から 30 分までの間，また初液温 6°C の試料は加熱後 25 分から 35 分までの間ほとんど一定の最高吸光度を示した (Fig. 3)．また Figs 2 および 3 のいずれの実験でもフラスコ内の液温が 80°C に達する時間と，最高吸光度に達する時間がほとんど同じであつた．以上の結果から著者は加熱温度を 80°C とし，加熱を液温が 80°C に達してから更に 5～15 分加熱を続け，約 20～30 分の間に中止するように決めた．

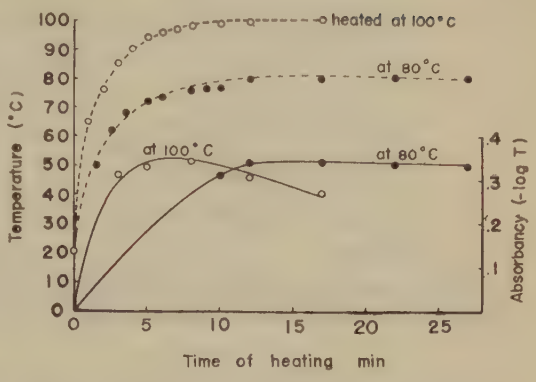


Fig. 2. Change in the absorbancy at 440 $m\mu$ with the time of heating at 80°C or 100°C.

To 50 cc of CTC solution were added 17.7 cc of a distilled HCl. The absorbancy was measured with Beckman spectrophotometer. Temp. of sample, - - - - -, absorbancy, ——.

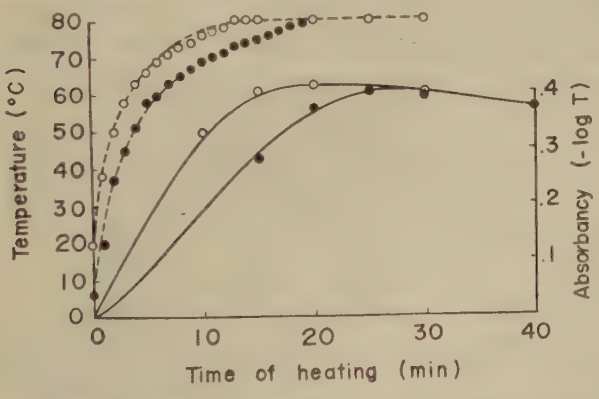


Fig. 3. Change in temperature and absorbancy of the sample having different initial-temperatures with the time of heating at 80°C.

20°C at start, ○; 6°C at start, ●. Temp. of sample, - - -; absorbancy, ——.

2) 塩酸の純度

CTC は遊離塩素で破壊されるので，定量の際に使用する塩酸中に遊離塩素が存在したならば，過小な測定値が得られる懸念がある．したがつて本研究では 1.2 ppm の遊離塩素を含む工業用塩酸および 0.3 ppm の遊離塩素を含む塩酸（試薬 1 級品）を用いて，既知濃度の CTC 液を anhydro-CTC として吸光度を測定した結果，遊離塩素を含む塩酸を用いると定量値は常に小さく，また遊離塩素量が多いほど CTC 量が小さくなつた．しかし遊離塩素を含む塩酸でも蒸溜すれば遊離塩素を除去できるので誤差はみられなかつた．因つて蒸溜塩酸 (20 %) を用いることを推奨したい (Table 5)．

3) 塩酸添加量

Table 5. The effect of active chlorine on acid colorimetric method.

HCl	CTC, ppm			
	10	7.5	5.0	2.5
Guaranted reagent grade	10.2	8.1 7.8	5.2 5.0	2.7
Regular reagent grade*	9.3	6.6	4.1	1.5
Grade for industrial use†	8.2	5.6	3.0	0.8
Distilled		7.9	5.2	

* Regular reagent grade contained 0.3ppm active Cl_2. † 1.2 ppm active Cl_2.

Levine 法では 2 cc の試料に 5 cc の 2 n 塩酸を添加して加熱するように指示している．したがつて 50 cc の試料と蒸溜塩酸を用いる本法では，17.7 cc の蒸溜塩酸を添加しなければならない．しかしなるべく蒸溜塩酸を採取しやすい量にするために塩酸濃度と吸光度との関係を検討した．その結果は Table 6 に示すように，17.7 cc より 25 cc までの添加量では同じ最高吸光度を示した．因つて 50 cc の試料に 20 cc の蒸溜塩酸を添加することにした．

4) CTC 濃度と吸光度との関係

以上の実験で基礎条件が決定したので，次に CTC 濃度と本法でえた吸光度との関係を

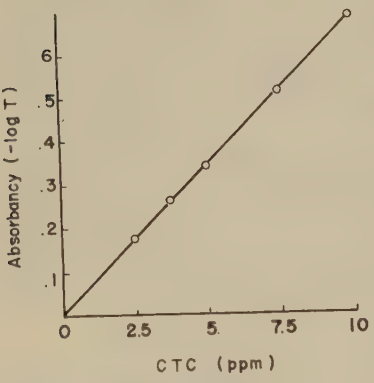


Fig. 4. The relation between CTC concentration and absorbancy of anhydro-CTC.

Table 6. Optimum amount of 20% HCl required for maximum yield of anhydro-CTC.

cc of 20% HCl added to 50 cc sample	Absorbancy, -log T
10	0.330
15	0.330
17.7	0.333
20	0.332
25	0.333
30	0.323

Table 7. Absorbancy (-log T) of anhydro-CTC yield by the hot acid treatment of CTC in distilled water or in well water.

mcg/cc CTC	Distilled water	Well water
10	0.61	0.62
7.5	0.43	0.43
5	0.285	0.290
2.5	0.125	0.130

みた．蒸溜水および井戸水に種々の量の CTC を溶解した試料を本法によつて定量したところ，Table 7 に示すように蒸溜水と井戸水の間には差がなかつた．また Fig. 4 に示すように CTC 濃度と吸光度との関係は Lambert-beer の法則にしたがうことが明らかである．

5) CTC および CTC 分解物の吸光曲線

氷中の CTC 分解物として考えられるものに，iso-CTC，遊離塩素および 3 価の鉄イオ

ンによる酸化分解物などがある．これらの分解物の塩酸酸性で加熱したものが 440 mμ の光を吸収するならば，氷中の CTC の定量値に誤差を生ずる原因となる．したがつてこれらの分解物にもとづく誤差の程度を検討してみた．この場合に用いた iso-CTC は 5 mcg/cc の CTC 液 10 cc に 2 cc の pH 7.5 の燐酸緩衝液を加え，煮沸水中で 5 分間熱分解したものであり，遊離塩素および Fe^{3+} による CTC の酸化分解液は，1000 mcg/cc の CTC 液 5 cc に 6 ppm の Cl_2 を含む水，あるいは 20 ppm の Fe^{3+} を含む塩化第二鉄液を加え 1 L に定容したもので CTC は完全に分解されていた．これらの CTC 分解液および CTC 液を本法で発色し吸光曲線を描くと，Fig. 5 に示すように anhydro-CTC の吸光曲線と各 CTC 分解物のそれとは非常に異なり，anhydro-CTC の最大吸収波長である 440 mμ では，Fe^{3+} による分解物を除き他の分解物はほとんど吸光を示さなかつた．Fe^{3+} による分解物の吸光値には，添加した Fe^{3+} 自身の 440 mμ における多少の吸光が加わつている．一般の製氷用水（水道水）中には Fe が 1 ppm 以上も含まれることはないので，Fe による誤差はほとんどないといえる．

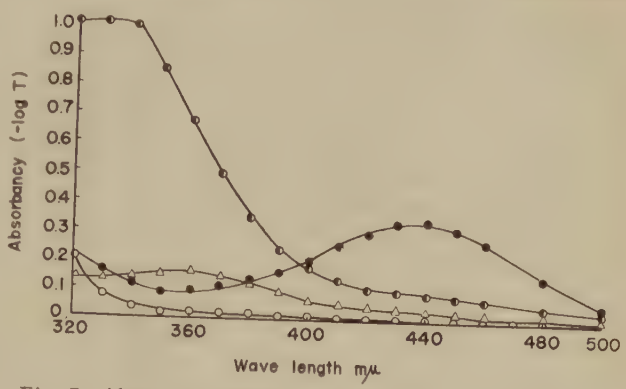


Fig. 5. Absoption curves for CTC and degraded CTC. ● anhydro-CTC, ○ iso-CTC, △ degraded CTC with Cl_2, ◐ degraded CTC with Fe^{3+}.

6） **本法および pad plate assay 法による氷中の CTC 定量値の比較**

まず初めに CTC 16.4 %，Carrageen 59.7 %，Ca-acetate 23.9 % の組成をもつ氷用 CTC 剤を用いてつくつた氷中の CTC 量を本法および pad plate assay 法で定量した．Fig. 6 に示した結果から明らかなように，本法による値は pad plate assay 値に近似していた．

次に CTC 5.0 %，CMC 11.4 %，$Na_2S_2O_3$（あるいは $NaHSO_3$）2.8 %，および食塩 80.8 % から成る氷用 CTC 剤を用いてつくつた氷中の CTC 量を本法で定量した値を，pad plate assay 値と比較した．Fig. 7 に示した結果から明らかなことは，$Na_2S_2O_3$ を添加した CTC 氷では本法値は pad plate assay 値より僅かに高かつたが，$NaHSO_3$ を添加した氷では本法値は pad plate assay 値よりも常に高い値を示した．

摘　　要

A．iso-CTC の螢光による方法，トリウム法，紫外線吸光法および酸比色法によつて水および氷中の CTC を定量し，微生物検定値と比較した結果を要約すると次の通りである．

1. 厚生省指示の iso-CTC 螢光法で氷中の CTC を定量すると，多くの場合微生物検定値よりも低い値を示し，Upham 氏らの方法および坂口氏らの方法はいずれも著しく高

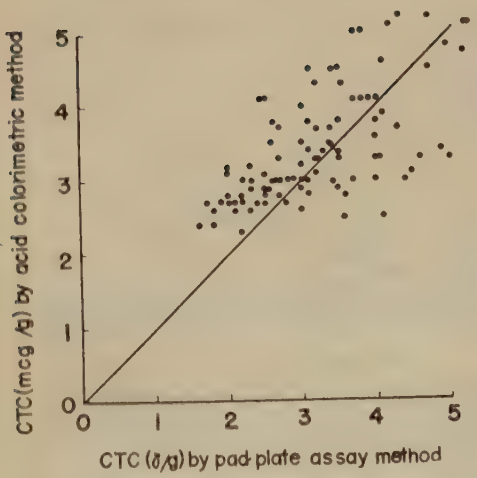


Fig. 6. Comparison between values for CTC in ice which were determined by the modified acid colorimetric and pad plate microbiologic method.

The ice originally contains CTC (5 ppm), carrageen (18.2 ppm) and Caacetate (7.3 ppm).

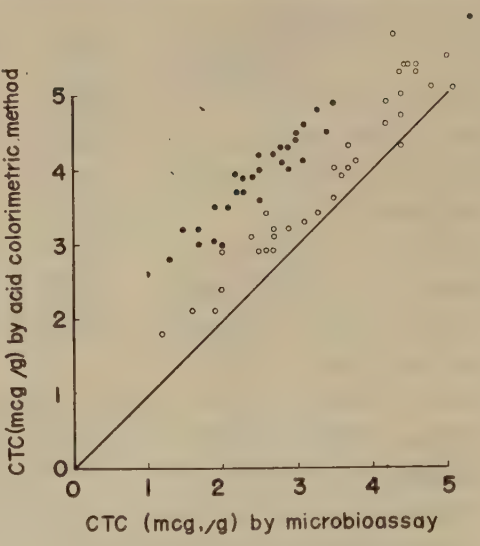


Fig. 7. A comparison between values for CTC in ice containing either $NaHSO_3$ or $Na_2S_2O_3$ which were determined by the modified acid colorimetric and pad plate microbiologic method.

The ice originally contains CTC (5 ppm), carboxymethylcellulose (11.4 ppm) $NaHSO_3$ or $Na_2S_2O_3$ (2.8 ppm) and NaCl (80.8 ppm). ○ contained $Na_2S_2O_3$, ● $NaHSO_3$.

い値を示した.

2. Levine の酸比色法によつて蒸溜水および井戸水中の CTC を定量したところ，酸比色法による値と微生物検定値との間に差が殆んどなかつた.

B. Levine の酸比色法の基礎条件を吟味し，氷中の CTC を定量できるように変改した．変改した根拠は次のような点に基礎をおいている.

3. 試料を 50 cc とり，分光光度計を用いることによつて 5 mcg/cc 以下の CTC を感度および精度高く定量できた.

4. 80℃ で約 20～30 分間の加熱で安定な 440 mμ における最高吸光度を得た.

5. 塩酸中の微量遊離塩素による CTC の破壊は蒸溜塩酸を用いることによつて防ぎ得た.

6. Iso-CTC，遊離塩素および鉄による CTC 分解物の存在は定量に影響しない.

7. 本法により氷中の CTC を定量した値は $NaHSO_3$ を含む CTC 氷の場合を除き pad plate assay 値に近似した.

文　　献

1) Monastero, F. et al. 1951. J. Am. Pharm. Assoc. (Sci. Ed.) **40** : 241. Grove, D. C. and Randall, W. A. 1955. Assay method of antibiotics, A laboratory manual (Antibiotics monographs No. 2) p. 56, New York, N. Y., Medical Encyclopedia Inc.

2) 厚生省公衆衛生局. 1958. 氷および魚肉のクロルテトラサイクリンの定量試験について，衛発第314号（昭和33年4月）.
3) Levine, J., Garlock, Jr. E. A. and Fischbach, H. 1949. The chemical assay of aureomycin. J. Am. Pharm. Assoc. (Sci. Ed.), **38**: 473.
4) Upham, S. D., Stirn, F. E., Weidenheimer, J. F., Callahan, F. M. and Ritter, L. 1954. Method of dispersing aureomycin in ice. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, seventh annual session, Havana, Cuba.
5) Sakaguchi, T. and Taguchi, K. 1955. Metal chelate compounds with tetracycline derivatives. II. Colorimetric determination of aureomycin with thorium (IV). Pharm. Bull., **3**: 166.

Summary

Since CTC-ice containing carboxymethylcellulose, sodium chloride and sodium bisulfite or sodium thiosulfate is widely used for keeping the freshness of fish in Japan, a practical field method is required for the determination of the concentration, distribution and destruction of the antibiotic in ice.

The present study was undertaken to determine whether the chemical methods are applicable to the determination of the CTC concentration in ice, and to improve the acid colorimetric method.

1) When CTC values in ice assayed by the chemical methods were compared with that obtained by the microbiologic method, higher values were always obtained by the Upham et al's method[4] and the Sakaguchi et al's method[5], and lower values by the Japan FDA method.[2] The Levine's acid colorimetric method[3] gave a comparable value to that obtained by the microbiologic method (Tables I–1, I–3 and I–4).

2) The acid colorimetric method was improved with respect to its sensitivity and accuracy. The improvement involves using the Beckman spectrophotometer and heating at 80°C. This method was found to yield comparable values to the microbiologic assay values in case of a CTC ice containing sodium thiosulfate, as contrasted to higher values in case of a CTC ice containing sodium bisulfite (Figs. I–6 and I–7).

The improved method is as follows: Place a 50 cc aliquot of sample and of each of standard solution series (1～8 mcg/cc) in separate 100 cc flask and add each a 20 cc aliquot of 20 % hydrochloric acid. Heat for 20 to 30 minutes in a water bath at 80°C. After cooling in running water, fill the mixture up to the mark of flask with distilled water. Measure the absorbancy of the sample by the Beckman spectrophotometer at wave length of 440 mμ using a cuvette of 100 mm light path. Prepare a standard curve by plotting the absorbancies of the standard CTC solutions against the corresponding concentrations of CTC. A representative standard curve is presented in Fig. I–4. From the standard curve find the CTC concentration of the sample solution.

Fisheries Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University

クロルテトラサイクリンの化学的定量法

2. 一新螢光定量法

(クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持に関する研究－I)

米　康夫

A new fluorometric method for determination of chlortetracycline

(Studies on keeping quality of fish by use of chlortetracycline–I)

Yasuo Yone

九州大学農学部学芸雑誌，第19巻第1号，別冊，昭和36年11月25日

Reprinted from the Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, vol. 19, no. 1 November 25, 1961

クロルテトラサイクリンの化学的定量法

2. 一新螢光定量法*

(クロルテトラサイクリンによる魚の鮮度保持に関する研究－I)

米　康夫

A new fluorometric method for determination of chlortetracycline

(Studies on keeping quality of fish by use of chlortetracycline–I)

Yasuo Yone

サリチル酸[1]およびサリチル酸アミド[2]のような螢光性有機物はアルカリ，アルカリ土類および稀土類などの金属と醋塩をつくつて，発螢光性が強くなる．一方 CTC は $MgCl_2$ および $CaCl_2$ の溶液中で黄色の螢光を発し，[3] また Ca, Mg のような金属とキレート化合物をつくることが知られている．[4,5]

因つて著者は CTC のある種の金属キレート化合物は強い螢光を発するのではないかと想像し，分光光度計を用いてまず種々の金属イオンによる螢光度の差異をみたところ，アルミニウムイオンの存在によつて CTC の螢光が最も強くなることを見出したので，定量法の決定に必要な種々の条件を検討し一新定量法を決定することができた．

定　量　法

a) 試薬，標準液および試料の調製

1％カリ明礬液：1％のカリ明礬 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ を pH 4.6 の M/2 酢酸緩衝液 100 cc にとかす．

CTC の標準原液：CTC の 100 mg（塩酸塩として 107.5 mg）を蒸溜水にとかし 200 cc に定容する．この液 1 cc を小試験管に入れ凍結する．

試料の調製：供試氷 300 g をビーカーあるいはポリエチレンの袋に入れ，流水中で融解し，融解後直ちに融解水 50 cc に 2 cc の M/50 クエン酸緩衝液 (pH 5.2) を加えておき，しばらく静置し上澄液を定量に供する．

b) 定量操作

日立製分光光度計を用いる定量法：CTC 標準原液を蒸溜水で稀釈し 5 mcg/cc の液を

* 九州大学農学部水産化学教室業績．

つくる．これを更に稀釈して 4, 3, 2 および 1 mcg/cc の標準系列をつくる．これらの標準液 10 cc および試水 10 cc にカリ明礬試薬 1 cc ずつをそれぞれ混和し，20 分放置後よく攪拌してから螢光測定用キュベットに入れ，365 mμ あるいは 436 mμ 付近の励起光線を照射して生ずる 500 mμ の螢光を分光光度計で測定する．分光光度計の同一感度の条件で測定した標準液の螢光から濃度対螢光の関係を示す標準曲線を描き，これを用いて試料の CTC 濃度を求める．

試験管による比色法：5 mcg/cc の CTC 液を平底の同径同質（約 27 mm）の硝子管に 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 および 10 cc とり，いずれも蒸溜水で 10 cc とする．また 10 cc の試水および蒸溜水をそれぞれ同様な硝子管にとり，それらにカリ明礬試薬 1 cc を加える．よく攪拌し 5 分経過後に再び攪拌し，白紙上におき暗室あるいは暗箱で Black ray lamp からの紫外線を側面より照射し，上方よりその螢光の強さをみて同程度の螢光を示す標準を求め試水の CTC 濃度を定める．

携帯用比色比濁計を用いる比色法：CTC 標準原液を蒸溜水で稀釈し 4 および 2 mcg/cc の CTC 濃度とする．標準液 10 cc および試水 10 cc にそれぞれカリ明礬試薬 1 cc を混和し，10 分後にそれぞれ携帯用比色比濁計[6]の外管に入れる．次に左側の標準液の方の内管を目盛 30 にあわせる．側面から Black ray lamp からの紫外線を均一に照射しつつ右側の内管を上下して，左側の標準液と同一の明るさを示すときの液層 h を求め，次式によつて濃度を算出する．

$$\mathrm{CTC(mcg/cc)}=s\times\frac{30}{h}$$

ただし，s：使用した標準液の CTC 濃度 (mcg/cc).

研究結果および考察

1) CTC および CTC 分解物の螢光曲線

CTC と Al とのキレート反応を氷中の CTC 定量へ発展させるために，まず CTC と CTC 分解物を定量法にしたがつて処理し，30 分後に分光光度計を用いてそれぞれの螢光曲線を描いた．

CTC の Al キレート化合物の最大螢光波長は 500 mμ であり，Fe^{3+} および Cl_2 で酸化した分解物の 500 mμ の螢光度はそれぞれ CTC の 6％および 2％であつた (Fig. 1)．他方 iso-CTC の 500 mμ における螢光は 8％を示したが，436 mμ の第一次フィルターを用いると，この値は 4％と減少した (Fig. 2)．

実際に製造直後あるいは 30日経過した CTC 氷には iso-CTC はきわめて少量 (1 ppm 以下) であつたから，定量値にはほとんど影響しないであろう．

以上の結果から CTC の Al キレートが長波長の紫外線により螢光を放つ性質を利用して新定量法を確立しうる見透しがえられたので，次に定量法の基礎条件を検討した．

2) pH および試薬の添加量が螢光におよぼす影響

Serembe 氏[3]は CTC そのものの螢光は pH によつて変化すると報告している．坂口氏らによると CTC の金属キレートの安定度はその溶液の pH によつて異なる．[7,8] したが

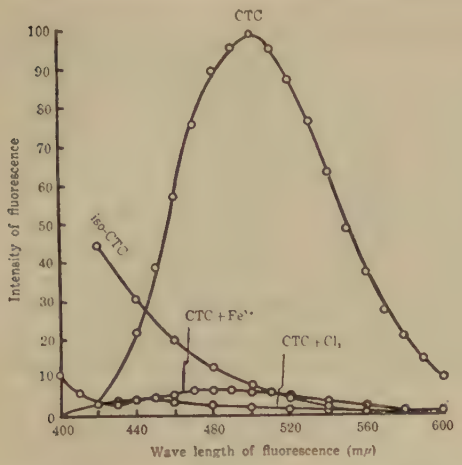


Fig. 1. Fluorescence curves for CTC and decomposed CTC in the presence of Al^{3+}.
Experimental conditions for preparing decomposed CTC were as follows: CTC + Fe^{3+}, CTC (5mcg/cc) plus 20 ppm of Fe^{3+}($FeCl_3$), measurment being made after 3-day standing at room temperature; CTC + Cl_2, CTC (5 mcg/cc) plus Cl_2 (10ppm), fluorescence being measured shortly after the addition.

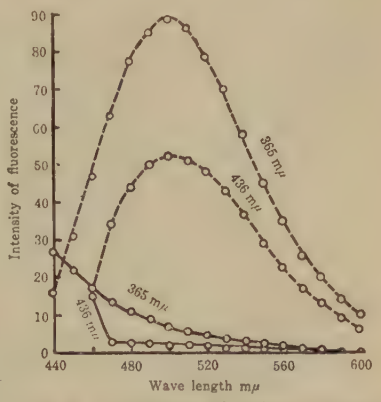


Fig. 2. The effect of primary filter characteristic (436mμ, 365mμ) on fluorescence of CTC and of iso-CTC in presence of Al^{3+}.
- -○- - CTC + Al
—○— iso-CTC + Al

つて最も強く，かつ安定な螢光を与える pH を知るために，酢酸緩衝液で pH を数段階に調節した CTC 液に pH を同様に調節したカリ明礬試薬を加え，20～60 分後に螢光を測定したところ，pH 5.5 以下では測定中に螢光はほとんど変動しなかつたが，pH 6.0 以上では急激に減少した．したがつて試料の pH を 4.6 に調整することにした．

CTC 液に加えるカリ明礬試薬の量と螢光度との関係を求めたところ，10 cc の CTC 液に対し 1 % カリ明礬試薬 0.4 cc 以上では，添加量を増しても螢光度は一定であつた．また試薬添加度の螢光の時間的変化について検討した結果，試薬添加後 20 分より螢光は一定値に達し，3 時間内はほとんど一定であつた．

3) CTC 濃度と螢光度との関係

以上の基礎実験の結果，最大螢光を示すための条件がわかつたので，それらの最適条件下で種々の濃度の CTC が Al^{3+} の存在で放つ螢光と CTC 濃度との関係を求めた．Table 2 にみられるように，CTC 濃度と螢光度との間には 8 mcg/cc 以下では直線関係がみられた．なお CTC 濃度 (x) に対する螢光度 (y) の回帰直線の方程式を求めると $y-53.5=12.4(x-4)$ となり，また回帰直線の 99 % 信頼限界は 12.4 ± 0.35 となる．

4) 携帯用比色比濁計を用いる比色法の精密度

携帯用比色比濁計を用いる方法では，標準液の CTC 濃度，液高と定量値の精密度との関係を明らかにしておく必要がある．一般に用いられる CTC 水の濃度は 5 ppm 以下であるから，標準液として 4 および 2 mcg/cc の標準液を採用した．標準液の液高をそれぞれ 50, 30 および 20 におき，蒸溜水に溶解した種々の濃度の CTC 液を測定して，各標準液で測定しうる範囲および定量法の精密度について検討した．5 回の測定値の平均お

Table 1. Data for a standard curve.

CTC mcg per cc	Fluorescence reading					Average±stand. deviation	Calc.
8	100	102	103	102	107	102.8 ± 2.6	103.1
7	93.2	93.0	95.1	93.0	93.1	93.5 ± 0.9	90.7
6	76.5	75.5	77.6	76.2	76.0	76.4 ± 0.8	78.3
5	67.0	66.2	65.0	66.2	66.5	66.2 ± 0.7	65.9
4	51.3	52.0	51.0	48.0	55.0	51.5 ± 2.5	53.5
3	41.1	41.2	41.6	39.9	40.2	40.8 ± 0.7	41.1
2	29.2	30.5	29.5	30.4	30.1	29.9 ± 0.6	28.7
1	17.9	17.0	16.0	18.1	18.2	17.4 ± 0.9	16.3
0	3.3	3.3	3.8	3.0	3.6	3.4 ± 0.3	3.9

Table 2. Accuracy of field flurometric method for CTC determination.

Sample mcg/cc \ Standard Reading	4 mcg/cc set at reading			2 mcg/cc set at reading		
	50	30	20	50	30	20
5.0	4.7±0.07*	5.3±0.14	5.1±0.20			
4.5	4.3±0.05	4.7±0.06	4.4±0.09			
4.0				4.2±0.08	4.0±0.13	
3.5	3.8±0 06	3.7±0.09	3.9±0.05	3.5±0.06	3.1±0.11	
3.0	3.5±0.03	3.1±0.04	3.1±0.04	3.4±0.10	3.0±0.10	
2.5		2.8±0.06		2.5±0.02	2.3±0.08	
2.0	2.3±0.02	2.3±0.06	2.2±0.04			
1.5				1.5±0.05	1.6±0.03	
1.0					1.1±0.03	1.1±0.01
0.5					0.7±0.02	0.7±0.01

All the readings given in the table are averages of five readings. *Standard error of the mean.

よび平均標準誤差は Table 2 に示す通りである. この結果からみると，標準液の液高を 30 とすれば，4 mcg/cc の標準液では 5 mcg/cc から 3 mcg/cc の間を，また2 mcg/cc の標準液では 3 mcg/cc から 0.5 mcg/cc までを精度高く測定できることがわかる.

なお試験管による方法は，試水の螢光と同程度の螢光を示す標準液を求めて，試水の CTC 濃度を定めるので，特別に検討すべき測定条件はない.

5) 本法および cylinder plate 法による氷中の CTC 定量値の比較

以上の基礎条件を吟味した結果，CTC 氷の定量に適用できる見透しを得たので，分散剤および脱塩素剤を含有する CTC 氷中の量を本法および cylinder plate 法で定量して比較した.

Fig. 3 に示すように，分光光度計を用いる本定量法値の大半は微生物検定値に近似しており，本法は氷中の CTC 定量に適した定量法であるといえる. また試験管を用いる簡易定量値も微生物検定値に近似していた (Table 3).

摘 要

CTC のアルミニウム・キレート溶液に 360 mμ および 436 mμ 付近の励起線を照射すると，黄金色の螢光を放出するので，これを利用した CTC の一新螢光定量法を考案した. なお新螢光定量法を現場で実施できるように簡易化し，これらの方法によつて氷中の CTC を定量したところ満足すべき結果がえられた. 結果を要約すると次の通りである.

1. CTC のアルミニウムキレートの最大螢光波長は 500 mμ であつた.

2. キレートが安定な螢光を示す pH は 5.5 以下であり，本法では pH 4.6 を選んだ.

3. 試薬として加えるカリ明礬の濃度は一定量以上存在すれば螢光度には僅かしか影響しなかつた.

4. 試薬を添加してから螢光が安定するのは 20 分から 3 時間の間であつた.

5. CTC の塩素あるいは鉄による分解物の存在は定量に影響しなかつた. iso-CTC の多量の存在は定量を阻害した. 436 mμ の第一次フイルターを用いるとこの阻害を小さくすることができた.

6. 携帯用比色比濁計を用いる簡易定量法では標準液の CTC 濃度は 4 および 2 mcg/cc でよい. 標準液の液高をそれぞれ 30 とした場合，4 mcg/cc の標準液では 5 mcg/cc から 3 mcg/cc までを，また 2 mcg/cc の標準液では 3 mcg/cc から 0.5 mcg/cc までの CTC を相当精度高く定量できる.

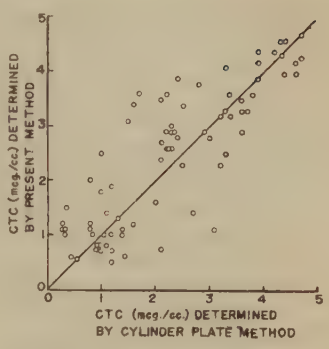


Fig. 3. Comparison between values for CTC in ice determined by the present method and cylinder plate microbiologic method.

The ice originally contains CTC (5ppm), carboxymethylcellulose (15.2ppm), $NaHSO_3$ (1.9ppm), and NaCl (77.9ppm).

Table 3. A comparison between values for CTC in ice determined by the present flurometric method, and cylinder plate microbiologic method. The ice possesses the same composition as given in Fig. 3.

Microbiologic method	The present flurometric method		
	Spectrophotometric method	Field method Average of 4 panels	Mean dev. of 4 panels
4.4	4.6	3.9	0.2
4.6	4.2	4.2	0.3
4.0	4.0	5.1	0.1
4.6	4.0	3.8	0.2
3.3	4.1	3.4	0.2
1.0	2.5	2.6	0.2
0.8	2.0	1.5	0.2
1.0	1.8	1.6	0.1
1.4	1.0	1.3	0.1
4.7	4.3	4.0	0.2
4.7	4.7	4.4	0.3
4.3	4.6	4.7	0.4
3.9	4.4	4.3	0.3
2.2	3.6	2.9	0.1
2.5	3.4	3.5	0.1

7. 分光光度計を用いる定量法，試験管による簡易定量法および cylinder plate assay 法によつて氷中の CTC を定量した結果をみると本法値は微生物検定値に近似した.

文 献

1) 吉田善一, 1954. 光るプラスチック, 化学の領域, **8**: 576.
2) 米 康夫, 未発表.
3) Serembe, M., C. A., **46**, 1152. C. A., **50**. 1970.
4) Albert, A. 1953. Nature, **172**: 201.
5) Weidenheimer, J. F. and Reed, C. C. 1953. Metal-aureomycin complexes. U. S. Pat., 2640842.
6) 富山哲夫・渡辺 実, 1938. 水の微量分析法に関する研究(第3報), 水の比色分析用—新携帯比色計の性能に就て, 日本農芸化学会誌, **14**: 187.
7) Ishidate, M. and Sakaguchi, T. 1955. Metal chelate compounds of tetracycline derivatives. I. Aureomycin. Pharm. Bull., **3**: 147.
8) Sakaguchi, T., Toma, M., Yoshida, T., Omura, H. and Takasu, H., 1958. Metal chelate compounds with tetracycline derivatives. VII. The structure of tetracycline chelates. Pharm. Bull., **6**: 1.

Summary

A new fluorometric method is presented, based on data showing a linear relationship between CTC concentration and intensity of fluorescence of aluminum-CTC chelate, and little interference due to presence of decomposition products of CTC. A fairly good agreement was obtained between CTC values assayed by the microbiologic method and those by the proposed fluorometric method. Moreover, this method can be employed for field assay of CTC concentration in ice (Figs. 1,2, and Tables 1,3).

A precise determination by using Beckman spectrophotometer: To a 10 cc aliquot of sample and each of standard solution series (1–5 mcg per cc) and 1 cc of a 1% potassium alum ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) solution in M/2 acetate buffer of pH 4.6. Allow it to stand for 20 to 60 minutes at room temperature. Measure the fluorescence at a wave length of 500 mμ of the sample when irradiated by an excitation light of 365 mμ or 436 mμ. Measure likewise the fluorescence of a series of standard solutions added with the alum reagent. Subtract the blank value from each measured intensity of fluorescence, and prepare a standard curve by plotting the intensity against the concentration cf CTC. By employing this standard curve find the CTC concentration of the sample solution corresponding to its intensity of fluorescence which is corrected for the blank value.

Approximate determination: The following methods are developed for the field work. (1) Test tube method: Place 10 cc of a supernatant of a thawed ice sample in a flat bottom test tube of equal diameter (about 27 mm), and add 1 cc of the alum reagent. After allowing it to stand for 5 to 10 minutes, observe the fluorescence from the top of the tubes irradiated with the black ray lamp from the side. Estimate CTC concentration of the ice sample by comparing the fluorescence of the sample with those of the standard series treated in the same way as the sample.

(2) Portable nephelo-colorimeter method: Add a 1 cc aliquot of the alum reagent to both a 10 cc aliquot of supernatant of a thawed sample and a standard solution (4 or 2 mcg/cc depending on CTC content of sample). After allowing them to stand for 10 minutes, place the sample in one of the comparison tube (A) and the standard in the other tube (B), set the bottom of the inner tube for the tube (B) at a depth of 30 mm and by evenly irradiating with the long wave ultra-violet lamp and matching the intensity for tube (A) against that for tube (B), find the reading, h, for tube (A) where the intensity of the sample is identical with that of the standard. The content of CTC (mcg/cc) can be calculated by a formula, $S \times 30/h$, where S is the CTC concentration of the standard solution employed.

Fisheries Laboratory,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University

魚類をクロルテトラサイクリン (CTC) 液に浸漬した場合のCTC滲透量について

富山哲夫・米 康夫・藤野清池

(1961 年 5 月 29 日受理)

ON CHLORTETRACYCLINE RESIDUE IN DIP-TREATED FISH

Tetuo Tomiyama, Yasuo Yone and Seiya Fujino*

The present paper deals with the determination of CTC residue in the edible part of several kinds of trolled fish which were dipped ashore several days after capture in sea water solutions of CTC ranging from 10 to 30 ppm. Data presented herein clearly showed that the amount of residue was within a range of 0.1 ppm and was comparable to that of CTC (5 ppm)-iced fish.

It is of interest to note that with the increase in the CTC concentration of the dip solution quality of treated fish was greatly improved in sharp-toothed eel and hairtail having no scales whereas little in white croaker and flounder which were covered with scales.

A discussion has been made on the maximum tolerance of CTC residue, 0.1 ppm in the edible part of fresh fish subject to processing, which was established in 1957 by the Ministry of Public Health aud Welfare. Taking into consideration the extent of destruction of CTC by processing and the safety data for the CTC residue, it is proposed that a tolerance of 2 ppm of CTC in the edible part will be appropriate for the fish subject to processing.

魚類の鮮度保持のためにCTCで処理する方法としては，(1)氷に含ませて用いる方法，(2)CTC溶液を散布する方法，(3) CTC溶液に浸漬する方法，および(2)に(1)あるいは(3)に(1)を組み合わせる方法などがある。鮮度保持の有効度から従来の data[1,2] を検討すると，(3)の方法が(1)および(2)よりも優れているのが分かる。魚は死後，主として鰓から腐敗菌の侵入を受けるので[3]，浸漬法のようにCTC液が鰓に最も触れやすい方法が他より優れているのは当然である。

他方，わが国におけるCTCの使用規制の現状をみると，1957年以来許可されている以西底曳漁獲物のうち煉製品用原料魚への使用に加えて，1960年には更に中型底曳漁業，サケ・マス漁業，および北洋タラ延縄漁業で捕獲された魚のうち煉製品，缶詰，塩蔵および塩干品の原料用のものに限り，CTCを5 ppm 含有する氷で処理することが厚生省から許可されている[4]。しかもこの場合，CTC氷で処理された魚肉中のCTC残存許可量は 0.1 ppm と規定されている。しかし前記の許可漁業において，その処理方法としてCTC氷のみに依存することは漁船上のいわゆる“氷繰り”の操作が困難であること，また陸上におけるCTC氷の見込み生産の至難であることなどの理由から浸漬処理方法を希望する声が強いので，0.1 ppm というわが国の法定許容量に照らして浸漬法の適，不適を検討することが必要となつた。

既往の浸漬法についての研究をみると，初期の試験研究[1,2] では処理に要するコストの点からCTC濃度10 ppm 以下を多く用いていたが，その後の研究[5,6] によつて船上処理のように短時間しか実施できない場合には，濃度を 10 ppm 以上にあげないと充分な効果を収めがたいことが明らかになつてきた。すなわち米等[5] は以西底曳漁獲物をCTC濃度 10～80 ppm で2分間浸漬の条件では，浸漬液の濃度は少なくとも 20～40 ppm とすべきことを結論した。しかしCTC 30 ppm における滲透量について研究した data が文献

* 九州大学水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka).

に見当たらないので，本研究においては数種魚類についてこの点を検討した。

実 験 方 法

1. 研究材料: 福岡港に揚げられた以西底曳漁獲物のうち，鮮度のよいカレイ，キグチ，タチ，ハモおよびエソ（漁獲後4日経過）を，また旋網漁業のものからアジ（漁獲後2日経過）を入手して研究に供した。これらの魚体の大きさは Table 1. の脚註に示す通りである。浸漬用の海水は比重 1.027 (5°C), pH 8.0 のものである。また浸漬用の CTC 製剤は医薬用 CTC，クエン酸，および食塩を 1 : 1 : 8 の割合に混合したものである。

2. 浸漬処理および定量試料の調製: 海水中に浸漬用 CTC 製剤を 100，200 および 300 ppm の割合に溶解した液，すなわち CTC として 10，20 および 30 ppm のものを調製し，それぞれの 5 *l* に対しカレイは8尾，グチは16尾，ハモは8尾，タチは8尾をそれぞれ1分間浸漬した。取り揚げてから一部は白氷をかけて保温袋に納め，0～2°C の室に放置した。一部は軽く水洗してから直ちに頭および内臓を除去し，三枚におろし，皮付肉部を細切し，よく混合してから 20 g を無作為にとり，ミクサーで泥状にブレンドし，これに4倍量の抽出剤を加えて混和抽出し，乾燥沪紙で沪過後，CTC の微生物定量に供した。この定量は富山等の簡易 cylinder plate 法[7]によつた。なお供試魚の浸漬前後における浸漬液の pH は Table 1. に示すように pH 7 前後の値を示した。

3. 揮発性還元物質（VRS）および揮発性塩基窒素（VBN）の定量: VRS の定量は供試肉の三塩化酢酸抽出液を用いて富山・藤野の微量拡散法[8]によつて行ない，アルカリ性および中性 VRS を求めた。VBN は VRS の定量にあてたと同一抽出液を用いて CONWAY の微量拡散法[9]により定量した。

結果および考察

1. CTC－海水液中に浸漬した直後の滲透量

CTC 液に浸漬処理した場合の滲透量が魚体の大きさ，形，および表皮の構造によつて相違することについては，米等[5]，篠山等[6]の報告がある。因つて本研究では扁平で鱗をもつものとしてカレイ，扁平無鱗のものとしてタチ，円形無鱗のものとしてハモ，円形有鱗のものとしてエソ，紡垂形で有鱗の多くの魚類の代表としてグチおよびアジを選んだ。これらの魚種を種々の CTC 濃度の液に1分間浸漬した場合，皮付筋肉への CTC の滲透量は Table 1. に示すようである。この結果から明らかなように，カレイ，グチ，ハモでは 30 ppm の CTC 濃度以下の場合，皮付肉部への滲透量は濃度の上昇と共に多少増加する傾向にあるが，0.1 ppm を越えることは全くなかつた。エソおよびアジの場合も 30 ppm の濃度に浸漬したのでは 0.1 ppm

Table 1. The CTC residue* in unskinned flesh from several species of round fish when dipped in sea-water solutions possessing varying CTC concentrations.

Species of sample fish	Prior to dip	CTC concentration of dip soln. 10 ppm 1-min. dip	10 ppm 5-min. dip	20 ppm 1-min. dip	20 ppm 5-min. dip	30 ppm 1-min. dip	30 ppm 5-min. dip	pH value** 10ppm	20ppm	30ppm
Flounder	——	——	——	0.07	0.14	0.09	0.09	7.0	7.3	7.3
White croaker	neg.	0.01	——	0.05	0.05	0.07	0.09	7.3	7.3	6.9
Sharp-toothed eel	——	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	0.10	6.9	6.9	6.9
Hairtail	neg.	0.08	0.11	0.10	0.13	0.11	0.24	6.9	6.7	6.7
Lizard fish	neg.					0.07	0.06			
Jack mackerel	neg.					0.04	——			

* Expressed as mcg per gram of unskinned flesh. Body length of the sample fish: flounder, 30～33 cm; white croaker, 26～28 cm; sharp-toothed eel, 36–39 cm; hairtail, 34～40 cm.
** pH values of the dip solutions before the dip were all 7.4.

以下の滲透量を示した。CTC の最も滲透しやすい扁平無鱗のタチの場合だけが僅かに 0.1 ppm を越えているが，CTC の微生物検定法の誤差が ±0.01 ppm であることを考慮すれば，0.1 ppm 以上であることの有意性は疑わしい。さらに浸漬時間を 5 分に延長すると，タチだけが 0.1 ppm 以上の滲透量となつたが，他の供試魚種ではカレイの一例を除いていずれも 0.1 ppm 以下であつた。実際の船上作業では多量の漁獲物を急速に処理せねばならないので，5 秒以上浸漬処理することは不可能に近い。したがつて浸漬直後の滲透量はさらに少ないであろう。

米等[5] はイボダイを16日間氷蔵した場合に VBN を 30mg% 以下に保つためには，筋肉中に CTC 0.1 ppm を含有さすべきこと，そのためには少なくとも 20 ppm の CTC 海水液に 2 分間浸漬すべきであると報告した。本研究の結果では 30 ppm の CTC 海水液に浸漬して滲透量を 0.1 ppm に近づけるためには，1 分間浸漬すべきであることが分かる。

2. 浸漬魚を白氷で 1 週間氷蔵した場合の CTC 滲透量および鮮度

前記の処理魚に白氷をかけ 0～2°C の冷蔵庫に 1 週間貯蔵した後に，各区から 4 ～ 8 尾をとり，皮付肉部への滲透量を微生物検定した。その結果を示した Table 2. をみると，CTC の滲透しやすいタチの場合，滲透量は 1 週間後に多少減少の傾向であるのに対し，CTC の滲透し難いカレイ，グチでは僅かに増加する傾向にあるのは注目に値する。材料不足のために 2 週間後の滲透量は求められなかつたが，既往の研究から推察すると，長期貯蔵中には CTC は自然破壊するので，この滲透量は減少するはずである。

浸漬液の CTC 濃度と処理魚の鮮度との関係は Table 3. に示すようである。いずれの場合にも保鮮効果は CTC 濃度に正比例していない。米等[5] がすでに指摘したように，浸漬液の CTC 濃度の対数値と VRS

Table 2. The CTC residue* in unskinned flesh from several species of round fish after one-week ice storage.

Species of sample fish	CTC concentration of dip soln.					
	10 ppm		20 ppm		30 ppm	
	1-min. dip	5-min. dip	1-min. dip	5-min. dip	1-min. dip	5-min. dip
Flounder	0.11	0.24	0.12	0.15	0.12	0.11
White croaker	0.03	0.06	0.12	0.15		
Sharp toothed eel	0.05	0.07	0.05	0.10	0.05	0.12
Hairtail	0.05	0.10	0.12	0.11	0.11	0.19

* Expressed as mcg per gram of sample flesh.

Table 3. The effect of CTC concentrations of the dip solutions upon quality of fish subjected to one-week ice storage.

Species of sample fish	Prior to storage		CTC concentration of dip solution											
			10 ppm				20 ppm				30 ppm			
	VBN	VRS	1-min. dip VBN*	1-min. dip VRS*	5-min. dip VBN	5-min. dip VRS	1-min. dip VBN	1-min. dip VRS	5-min. dip VBN	5-min. dip VRS	1-min. dip VBN	1-min. dip VRS	5-min. dip VBN	5-min. dip VRS
Flounder	21.0	72	69.0	243	64.6	130	60.8	189	42.9	130	47.6	167	56.3	162
White croaker	40.2	70	85.7	265	69.3	238	76.0	207	58.3	198	46.4	162	61.2	216
Sharp-toothed eel	18.3	36	26.8	58	26.8	51	28.9	29	21.4	30	22.8	19	19.0	36
Hairtail	18.0	25	59.4	194	56.8	184	63.1	—	22.0	34	18.3	35	15.2	13

* VBN or VRS of unskinned flesh which was sampled from round fish at 1-week of ice storage. VBN value is expressed as mg%, and VRS as microequivalent per gram of sample flesh.

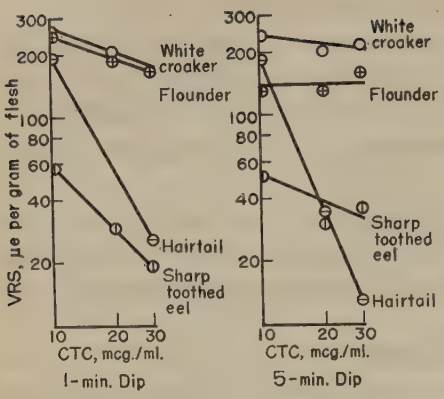


Fig. 1. Relationship between the CTC concentration of dip solution and the freshness of several kinds of fish subjected to 1-and 5-minute dip, respectively.

の対数値とは直線関係を示している (Fig. 1)。興味の多いことには，CTC の滲透しやすい無鱗のタチでは CTC 濃度の増加と共に著明に保鮮効果が増大する。ハモの場合にも同様の傾向が認められる。更に Fig. 1 から分かるように，タチやハモの場合には CTC 濃度を 30 ppm 以上にすることは保鮮の点では意味がないし，また CTC の滲透し難いグチやカレイの場合にも CTC 濃度を更に高めても著しい効果の上昇は期待できない。

3. 加工用原料魚に定められた CTC 残存許容量についての論議

前記の data は 30 ppm CTC 液に浸漬処理する方法が CTC 5 ppm 含有氷蔵処理法と滲透量の点では同質に評価すべきことを証拠づけている。他方，食品中における CTC 残存量の安全性について最近多くの研究[10-15]が報告されているので，この点から加工用原料魚に対する CTC の許容量 0.1 ppm の意義について考察してみたい。

米国の Food and Drug Administration が CTC 処理魚体に 5 ppm の残存許容量を法定するに当つては[16]，1959 年までに報告された微量 CTC 残存量およびその安全性に関する諸研究[10-12a]を参考として審議している。すなわち調理した魚肉中に CTC 0.1～0.3 ppm 程度が残存したまま実際に摂取されることを前提として，5 ppm の許容量が設定されている[17]。たとえば CTC 3.8 ppm をもつカレイおよび 3.5 ppm をもつタラを調理すると，必ずしも CTC は完全に破壊されず，フライでは 0.06 ppm および 0.14 ppm，焙焼では 0.8 および 0.7 ppm それぞれ残存した data[12b] も考慮に入れてある。これに対してわが国で加工原料魚に CTC 許容量の設定を審議した 1957 年には，まだ安全性に関する研究が少なかつたので，微量の残存量を危惧した結果，厚生省は 0.1 ppm に定めたのである。当時の研究では，CTC 処理魚体の可食部における滲透量は約 0.1 ppm であつたこと，およびこの 0.1 ppm をもつ原料で煉製品を製造すると CTC が検出されなかつたこと，この二つの事実に基づいて定められたもので，科学的根拠に乏しい。むしろ CTC が製品に検知されないための最大許容量を求め，更に安全性の研究結果を参考として，加工用鮮魚中の CTC の許容量が設定さるべきものと考える。微量 CTC の安全性が明らかになつた現在では，少なくともこの 0.1 ppm の値は加工原料に対する最大許容量とするよりも，むしろ生食される魚を含めた惣菜用鮮魚および加工製品に対する許容量とすべきであると信ずる。また一般加工原料魚に対しては，種々の加工処理後に CTC 残存量が 0.1 ppm 以下となるような原料魚中の最小量をその許容量と決定すべきである。たとえば，製品に 0.1 ppm 以下となるためには，煉製品では原料魚肉に 1.4 ppm (皮付肉では約 2 ppm に相当)[18]，塩蔵品では塩蔵貯蔵日数を低温で 10 日とすれば 3.2 ppm[19]，塩干品では貯蔵を考慮すると恐らく 2 ppm 程度[20]，缶詰品では 10 ppm 程度が原料魚中に残存してよいことになる[12b,21]。したがつて一般加工原料中の CTC 残存許容量はその可食部中に最高 2 ppm と定めらるべきであろう。もつとも米国の FDA 規則のように，「食品のどの部分にも最高許容量以上含んではならない」という規制であれば，魚類のように CTC が特に皮に多く附着する食品には，皮と肉部との重量比が考慮されるので，結局 5 ppm 程度が最大許容量に落ちつくことになる。

摘　　要

1. CTC の滲透速度を異にする数種の底曳魚を 10，20 および 30 ppm の CTC 海水液に 1 分間および 5 分間浸漬した場合の滲透量を求めた。

2. 30 ppm 以下の CTC 濃度に 1 分間浸漬すると，皮付肉への CTC の滲透量は 0.1 ppm 以下であつた。

実際の漁船上では処理操作として CTC 海水液に 5 秒以上浸漬するのは困難であるから，船上処理による CTC の滲透量は更に低減するものと推察される。

3. CTC 浸漬魚を氷で 1 週間氷蔵した場合の滲透量は，無鱗の魚では減少の傾向を示すが，有鱗の魚では僅かに増加した。恐らく後者では CTC の滲透がきわめて遅いためであろう。

4. 1 週間氷蔵後における筋肉中の VRS の対数値に対して浸漬液中の CTC 濃度の対数値は直線関係を保つている。この直線の傾斜は無鱗魚と有鱗魚とで著しく異なる。この結果から浸漬液の CTC 濃度を 30 ppm 以上にあげても，保鮮効果の上昇は僅かであることを論議した。

5. 加工用原料魚中の CTC 残存許容量を 0.1 ppm とする規定には科学的根拠が乏しいので，改訂すべきであると提言した。

文　　献

1) 富山哲夫，黒木俊一，前田伝喜，浜田盛治，本田　彰：本誌，**22**，120 (1956).
2) 富山哲夫，米　康夫，黒木俊一，野村　稔，原昭太郎，七字　徹，前田敏弘，小田一郎，松尾俊朗：本誌，**22**，128 (1956).
3) 富山哲夫，豊田恭平：昭和 33 年 10 月日本水産学会に講演発表
4) 厚生省告示 128 号（昭和 35 年 5 月 10 日）
5) 米　康夫，富山哲夫，浜田七郎：本誌，**25**，156 (1959).
6) 篠山茂行，浜田七郎，山田紀作，米　康夫，富山哲夫：本誌，**26**，361 (1960).
7) 富山哲夫，小林邦男，米　康夫：本誌，**24**，937 (1959).
8) 富山哲夫，藤野清也：本誌，**27**，713 (1961).
9) CONWAY, E. J.: Micro-diffusion Analysis and Volumetric Error, rev. ed., 1947, D. Van Nostrand Co. Inc., New York, N. Y.
10) WEINSTEIN, H. I., and WELCH, H.: *Antibiotics Annual*, 1958～1959, p. 643～646.
11) GOLDBERG, H. S., GOODMAN, R. N., and LANNING, B.: *Antibiotics Annual*, 1958～1959, p. 930～934.
12) a) American Cyanamid Co.: Chlortetracycline for the processing of fish (1958), p. 139～426. b) Ditto. p. 503～517.
13) TOMIYAMA, T., YONE, Y., MISAWO, T., MIYAWAKI, H., and MORI, Y.: Proceedings of the 2nd Symposium of International Association of Veterinary Food Hygienists, 1960, Basel, Switzerland.
14) 桑原章吾：日本医事新報，No. 1751 (1957).
15) 相磯和嘉，飯田宏美：腐敗研究所報告，**10**，7 (1957).
16) Federal Register, Tuesday, April 21, 1959.
17) GROVE, D. C.: personal communication.
18) 富山哲夫，米　康夫，津田　厚：本誌，**23**，569 (1958).
19) 富山哲夫，杉谷　徹：本誌，**24**，581 (1958).
20) 山添健一，野口栄三郎：日本海区水産研究所研究年報，5 号，171 (1960).
21) KAWABATA, T., SAKAGUCHI, G., NAKAMURA, Y.,and AKANO, T.: *J. Antibiotics*, Ser. A, Vol. **8**, 180 (1960).

魚体表面の粘性物質に関する研究—Ⅲ.

各種魚類体表面粘性物質の構成アミノ酸

榎本則行・長尾忠明・富安行雄

日本水産学会誌
第二十七巻 第二号 別冊
昭和三十六年二月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 2, February 1961.

魚体表面の粘性物質に関する研究—III.

各種魚類体表面粘性物質の構成アミノ酸

榎本則行・長尾忠明・富安行雄

(1960 年 8 月 31 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—III. IDENTIFICATION OF AMINO ACIDS IN THE MUCOUS PROTEIN FROM SOME FISHES BY PAPER CHROMATOGRAPHY

Noriyuki Enomoto, Tadaaki Nagao and Yukio Tomiyasu*

Amino acid pattern in acid hydrolyzate of the protein from the external mucous substance of 11 kinds of fishes (2 fresh water and 9 sea water fishes) was examined by paper chromatography. All the samples tested gave 16 spots of amino acids and 1 spot of unknown substance with ninhydrin (Fig. 1). As shown in Table 1, in which relative amounts of amino acids estimated roughly from the area and the color intensity of the spots are given, the mucous protein of these fishes seemed to be quite similar in amino acid composition except *Dasyatis akajei*, the protein of which differed considerably from that of the others, being poorer in leucine, alanine, phenylalanine and arginine, and richer in threonine. *Raja hollandi* was different from *Dasyatis akajei* in the amino acid composition, the former being rather similar to teleosts although they are both Elasmobranch fishes.

魚類の体表面粘性物質（以下粘質物と略称する）はその粘度，かたさ，魚体表面への附着の仕方などが魚種によつて必ずしも一様ではなく，外観上かなりの差異が認められるが，これらの現象は粘質物の構成アミノ酸，構成糖その他の成分と関連性を有するのではないかと推察される。著者等[1,2]は先にドジョウ，マアナゴの粘質物の化学的性質について比較検討した。この両者は構成糖において明らかな差異を認めたが，構成アミノ酸の種類は全く同じであつた。しかし僅か2種の魚についての結果のみで粘質物の全般について考察することは甚だ危険である。そこで今回は海産魚9種，淡水魚2種から粘質物を集め，まづその構成アミノ酸を paper chromatography によつて調べたので，その結果について報告する。

実験方法

1. 魚種

実験に供した魚類は下記の淡水産硬骨魚2種，海産硬骨魚7種，海産軟骨魚2種の計 11 種である。

ウナギ (eel) *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel

カムルチー (snake-head fish) *Channa argus* (Cantor)

アカアマダイ (blanquillos) *Branchiostegus japonicus japonicus* (Houttuyn)

ミシマオコゼ (star-gazer) *Uranoscopus japonicus* Houttuyn

サバフグ (puffer) *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider)

ホウボウ (gurnard) *Chelidonichthys kumu* (Lesson et Garnot)

ガンゾービラメ (flat-fish) *Pseudorhombus cinnamoneus* (Temminck et Schlegel)

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem. Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

マコガレイ (flat-fish) *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)
ババガレイ (flat-fish) *Microstomus achne* (JORDAN et STARKS)
イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* JORDAN et RICHARDSON
アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (MÜLLER et HENLE)

この内，ウナギ，カムルチー，サバフグは活魚を用い，その他のものは福岡魚市場で入手した死魚である。

2. 体表面粘質物の採取法

前報[1] に準じて行なつたが，エイ，ヒラメ類のような大型魚は alcohol 浸漬を行なわないで体表面からかきとつた。alcohol, acetone, ether で順次脱水して粗粉末を得，これを前報[1] にしたがつて 0.1% NaOH，稀 HCl で処理後，再び脱水して精製粉末とした。

3. Paper chromatography

精製粉末に 50 倍量の 8N-HCl を加えて 10 時間加水分解後，減圧濃縮をくり返してできるだけ HCl を除き試料とした。使用沪紙は東洋沪紙 No. 51 (40×40 cm)，展開溶媒は一次元 (phenol : 水 = 8 : 2)，二次元 (*n*-Bu(OH) : Ac(OH) : 水 = 4 : 1 : 2) を用い，ninhydrin で呈色せしめた。

実 験 結 果

供試魚 11 種の粘質物の展開結果から同定し得たアミノ酸の種類は，cystine, lysine, histidine, glutamic acid, serine, aspartic acid, arginine, glycine, threonine, alanine, tyrosine, valine, methionine, phenylalanine, leucine, proline の 16 種で，他に不明のninhydrin による呈色物質が一つ存在した。魚種によつては histidine の存在がやや不明確なものがあつた。これらの同定し得たアミノ酸の種類は，既報[1,2] の 2 種の魚と同一で魚種別による差異はないものと考えられる。展開例としてホウボウ，アカエイの結果を Fig. 1 に示した。

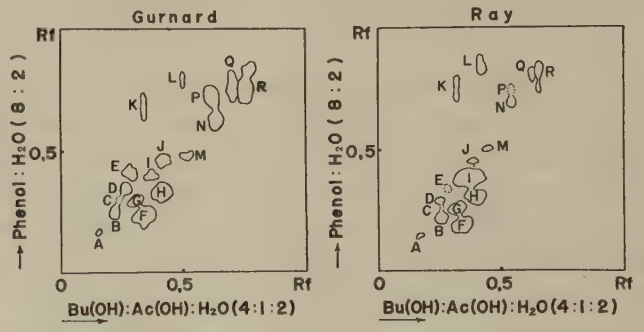


Fig. 1. Two-dimensional paper chromatogram showing the amino acid pattern of the external mucous substance, exemplified by gurnard, *Chelidonichthys kumu*, and ray, *Dasyatis akajei*.

A	Cystine	J	Alanine
B	Lysine	K	?
C	Histidine	L	Proline
D	Glycine	M	Tyrosine
E	Arginine	N	Valine
F	Aspartic acid	P	Methionine
G	Serine	Q	Phenylalanine
H	Glutamic acid	R	Leucine
I	Threonine		

同定し得たアミノ酸の種類には差がなかつたが，沪紙上の spot の大きさ，呈色度には差が認められたので，これによつて量的関係を推定したのが Table 1 である。この量的な差は厳密な定量法にはよらず官能

Table 1. Relative amino acid composition of the external mucous substance.

	eel ウナギ	snake-head fish カムルチー	puffer サバフグ	gurnard ホウボウ	flat-fish§ ガンゾーヒラメ	flat-fish§§ マコガレイ	flat-fish§§§ ババガレイ	ray* イサゴガンギエイ	ray** アカエイ	blanquillos アカアマダイ	star-gazer ミシマオコゼ	loach[1] ドジョウ	conger[2] マアナゴ
glycine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
alanine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＋	＃	＃	＃	＃
valine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
leucine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
serine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
threonine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
cystine	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＃	＋	＋	＃	＋	＋	＋
aspartic acid	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
glutamic acid	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
tyrosine	＃	＃	＋	＃	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＋
phenyl-alanine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＋	＃	＃	＃	＃
proline	＃	＋	＋	＃	＃	＃	＃	＋	＃	＋	＋	＃	＃
arginine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	(＋)	＃	＃	＃	＃
histidine	(＋)	(＋)	(＋)	(＋)	＋	＋	(＋)	＋	(＋)	(＋)	＋	＋	＋
lysine	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
methionine	＃	＃	＋	＃	＃	＋	(＋)	＋	(＋)	＋	＋	＋	＃
?	＋	(＋)	(＋)	＋	＋	＋	＋	＋	＋	(＋)	＋	＋	＋

§ *Pseudorhombus cinnamoneus*, §§ *Limanda yokohamae*, §§§ *Microstomus achne*.
* *Raja hollandi*, ** *Dasyatis akajei*.
＃: very strong color intensity, ＃: strong color intensity, ＃: medium color intensity,
＋: weak color intensity, (＋): very weak color intensity.

的なものであるから絶対的なものではないが一応の目安にはなると考えられる。参考までに既報[1,2]のドジョウ，マアナゴの結果も併記した。この比較は個々の魚の粘質物のアミノ酸組成にのみ適用し得るものであつて，異つた魚種間のアミノ酸組成の比較はできない。アカエイのみが特異な量的関係を示しているが，その他の魚は共通点が多いようである。

考　　察

体表面粘質物が多い魚は運動性が比較的不活発なものが多いが，本実験に用いた魚種もまたこの例に洩れない。供試各魚は棲息環境が淡水，海水に大別され，分類学的には軟骨魚類，硬骨魚類の両方を含んでいる。硬骨魚類には多くの分類群があるが，それらの代表的なものもほぼ含まれている。体表面の鱗をくらべてみると，全く存在しないもの（マアナゴ），ほとんど退化したもの（ウナギ，ドジョウ，サバフグ，エイ類），小型ないし中型の鱗をもつもの（ホウボウ，カレイ，ヒラメ類），完全な鱗をもつもの（アカアマダイ，カムルチー）などがあり，種々の観点から多種多様の魚を集めたが，これらの粘質物の 0.1% NaOH 可溶部について調べた結果では，その構成アミノ酸の種類には差がなかつた。WESSLER 等[3]も 7 種の魚の粘質物についてアミノ酸組成を paper chromatography によつて調べ，ray を除いて差がなかつたと述べ ray の粘質物は tyrosine を欠くと報告している。その ray は *Raja sp.* と記述しているからイサゴガンギエイに近縁のものと思われるが，著者等の結果ではアカエイ，イサゴガンギエイにそれぞれ tyrosine を認めた。WESSLER 等[3]の報告は粘質物の調製法が不明確なので，著者等の結果と比較するのは当を得ないかもしれないが，エイを除けば著者等と WESSLER 等[3]の結果とはよく一致する。

構成アミノ酸の量的関係を Table 1 から推定すると，glutamic acid, aspartic acid の酸性アミノ酸お

よび leucine が各魚種を通じて多く，valine, arginine, threonine, alanine, phenylalanine, serine, lysine が中等度の含量を示している。少ないものは cystine, tyrosine, histidine, proline で methionine は魚種による差がはげしいようである。

アカエイには threonine が多く leucine, alanine, phenylalanine, arginine が少い点で，特異的なアミノ酸組成をもつものと推定される。エイ類は軟骨魚類で分類上でも硬骨魚類とはつきり区別され，その筋肉も尿素が多いことが知られているので，上述のアミノ酸組成の差異も一応うなづけるが，同じエイ類でもイサゴガンギエイはアカエイとの類似点がほとんどなく，むしろ硬骨魚のアミノ酸組成とよく似ているのは興味あるところである。

以上の結果から，魚類粘質物の構成アミノ酸の種類は，環境条件，魚種別，外観などに関係なく同一であると考える。粘質物のアミノ酸組成の詳細については後報にゆづりたい。

摘　　要

淡水魚2種，海産魚9種の体表面粘性物質を集め，その構成アミノ酸を paper chromatography によつて比較検討した。その結果，構成アミノ酸の種類は各魚種とも同一で 17 種（内未同定1）からなることを明らかにした。沪紙上の spot の大きさ，呈色度から量的関係を推定し，アカエイは他の供試魚と異なるアミノ酸組成をもつと考えたが，イサゴガンギエイはアカエイとの近似性は少く，むしろ硬骨魚とよく似ていることを指摘した。

本研究は文部省科学研究費によつた。試料採取に便宜を与えられた本学水産学第一教室の諸氏および実験に協力された田中宏，三浦武の両氏に感謝する。

文　　献

1) 榎本則行・富安行雄：本誌，**26**, 739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・富安行雄：本誌，**26**, 745 (1960).
3) WESSLER, E. and WERNER, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SINJUKU-KU, TOKYO

魚体表面の粘性物質に関する研究—Ⅳ.

各種魚類の体表面粘性物質のアミノ酸組成

榎本則行・泉　外喜雄・富安行雄

日本水産学会誌

第二十七巻　第六号　別冊

昭和三十六年六月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of

the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 27, No. 6, June 1961.

魚体表面の粘性物質に関する研究—Ⅳ.

各種魚類の体表面粘性物質のアミノ酸組成

榎本則行・泉　外喜雄・富安行雄

日本水産学会誌
第二十七巻　第六号　別冊
昭和三十六年六月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 6, June 1961

魚体表面の粘性物質に関する研究—Ⅳ.
各種魚類の体表面粘性物質のアミノ酸組成

榎本則行・泉 外喜雄・冨安行雄

(1961 年 2 月 22 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—IV.
AMINO ACID COMPOSITION OF THE PROTEIN OF THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE FROM SOME FISHES

Noriyuki Enomoto, Tokio Izumi and Yukio Tomiyasu*

Amino acid composition of the protein of the external mucous substance from 6 kinds of fishes (2 fresh water and 4 sea water fishes) was determined by the column chromatographic method using an ion-exchange resin and the results obtained are shown in Table 1. Although some different features were observed on several amino acids, the pattern of amino acid distribution in the mucous proteins examined was similar to each other, all of them, except *Dasyatis akajei*, being rich in aspartic acid, leucine and glutamic acid, medium in valine, serine, isoleucine, threonine, phenylalanine and arginine, and poor in cystine, tyrosine, tryptophan and histidine. The mucous protein of *Dasyatis akajei* showed the considerably higher value of threonine and lower ones of leucine, methionine, alanine and arginine than those of the other fishes.

前報[1,2,3]において著者らは，13種の魚の体表面粘性物質（以下粘質物と略称）のアミノ酸を paper chromatography によつて調べ，粘質物の構成アミノ酸の種類は魚種，棲息環境，粘質物の外観の差などにかかわりなく同一であることを明らかにした。アミノ酸組成については沪紙上の spot に基づく推定を行なつたが，これをさらに確かめるため本報では6種の魚をえらび，それらの粘質物のアミノ酸組成をイオン交換樹脂クロマトグラフ法で定量したので，その結果について報告する。

実 験 方 法

I. 供 試 魚

下記の淡水産硬骨魚2種，海産硬骨魚2種，海産軟骨魚2種の計6種を用いた。

ドジョウ (loach) *Misgurnus anguillicaudatus* Cantor

ウ ナ ギ (eel) *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel

マアナゴ (conger) *Astroconger myriaster* (Brevoort)

ホウボウ (gurnard) *Chelidonichthys kumu* (Lesson et Garnot)

イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* Jordan et Richardson

アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (Müller et Henle)

前三者は活魚を用い，後三者は死魚で福岡魚市場で入手したものである。粘質物の調製法は前報[1]と同様に行なつた。

II. 加水分解

試料に 40 倍量の 20 % 塩酸を加え，空気を除いた封管中で 120°C, 24 時間加水分解したのちガラス

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

フィルターで沪過した。沪液は減圧濃縮をくり返して塩酸をできるだけ除き，苛性ソーダで pH 3.4 に調整後，水を加えて一定容とした。

III. アミノ酸の分離および比色定量

アミノ酸の分離は MOORE and STEIN の方法[4] に従つたが，塩基性アミノ酸は ISHII の方法[5] によつた。フラクション・コレクターによつて分取したアミノ酸の比色定量は MOORE and STEIN の方法[6] によつたが，proline のみは CHINARD の方法[7] によつた。cystine は FOLLIN 試薬[8] により，tryptophan は *p*-dimethylaminobenzaldehyde[9] によりそれぞれ別に比色定量をした。

IV. 窒 素

KJELDAHL 法によつて定量し，6.25 を乗じて蛋白含量とした。

実験結果および考察

アミノ酸組成を Table 1 に示した。

Table 1. Amino acid composition of the external mucous proteins from some fishes.

Species	Loach ドジョウ		Eel ウナギ		Gurnard ホウボウ		Conger マアナゴ		Ray* イサゴガンギエイ		Ray** アカエイ	
Total-N %	14.53		14.57		14.42		14.40		14.63		14.71	
Amino acid	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Glycine	6.18	7.93	4.63	5.93	3.93	5.08	5.10	6.61	3.01	3.84	3.65	4.63
Alanine	3.88	4.20	6.94	7.49	6.92	7.54	3.17	3.46	8.08	8.68	2.96	3.16
Valine	5.86	4.82	6.83	5.60	6.66	5.52	6.22	5.16	6.81	5.56	4.88	3.96
Leucine	7.55	5.55	8.02	5.87	8.93	6.61	10.19	7.56	9.85	7.19	1.40	1.02
Isoleucine	4.79	3.52	4.15	3.04	5.60	4.14	4.88	3.62	6.00	4.38	2.69	1.95
Serine	6.62	6.07	6.71	6.14	6.25	5.77	4.57	4.23	6.39	5.82	6.52	5.90
Threonine	6.64	5.37	5.54	4.47	5.33	4.34	7.87	6.42	5.33	4.28	24.53	19.60
Methionine	0.86	0.56	3.96	2.55	5.39	3.51	6.40	4.17	2.97	1.90	0.70	0.45
Cystine	1.85	1.48	1.81	1.45	1.53	1.24	1.01	0.82	0.97	0.77	1.91	1.51
Aspartic acid	8.93	6.46	8.05	5.81	11.73	8.56	10.10	7.38	9.68	6.96	16.25	11.62
Glutamic acid	12.79	8.38	12.73	8.31	13.36	8.82	13.64	9.01	14.39	9.36	12.86	8.32
Tyrosine	2.29	1.22	2.84	1.51	2.84	1.52	4.08	2.19	3.01	1.59	1.42	0.75
Phenylalanine	5.90	3.44	5.56	3.23	5.72	3.36	5.84	3.44	5.95	3.45	4.03	2.32
Proline	3.79	3.17	4.01	3.36	2.10	1.77	3.23	2.73	2.65	2.20	5.59	4.62
Tryptophan	1.47	1.39	1.90	1.79	1.89	1.80	1.55	1.48	1.16	1.09	0	0
Arginine	5.35	11.84	8.19	18.07	5.79	12.91	4.98	11.12	5.80	12.74	0.07	0.15
Lysine	11.93	15.72	6.78	8.91	5.59	7.42	7.15	9.51	7.52	9.84	8.22	10.70
Histidine	1.35	2.52	0	0	0.84	1.58	1.66	3.12	1.86	3.44	0.17	0.31
Ammonia	1.53	8.66	1.52	8.58	1.55	8.84	1.59	9.08	1.92	10.79	4.14	23.14
Total		102.30		102.11		100.33		101.11		103.88		104.11

A····Grams of amino acid in 100g protein. B····Percentage for total nitrogen.
* *Raja hollandi* ** *Dasyatis akajei*

本報の結果を前報[3] の paper chromatography による推定結果と比べると，一，二の例外を除いてほぼ一致した。

アカエイは特殊なのでこれを除いて他の5種についてみると，アミノ酸組成の間には多少の相違はあるが共通点が多い。aspartic acid, glutamic acid がともに最も高い値を示している。paper chromatography では leucine と isoleucine の分離が悪く，あわせて leucine として示したが，この両アミノ酸を一緒にした値は他のアミノ酸に比べて高いこと，および methionine が魚種によつて著しく異なつた値を示したことは前報[3] で指摘した通りであつた。その他に valine, serine, threonine, phenylalanine, arginine が中等度の値を示し，cystine, tyrosine, tryptophan, histidine が少ないことが分かる。glycine, alanine は各魚

種間に2倍以上の変動値が見られた。

アカエイの粘質物のアミノ酸組成はすでに指摘したように非常に特異的で，alanine, leucine, methionine, arginine が少なく threonine が特に高い値を示した。前報[3]で phenylalanine が少ないことを述べたが，4.03% の値を得たので必らずしも少ないとはいえず，この点訂正する。さらに詳細に検討すると，アカエイを除く他の5種は isoleucine が leucine よりも少ないのに対してアカエイは逆の関係を示し，またアカエイの酸性アミノ酸は aspartic acid が glutamic acid よりも高い値を示してこれもまた他の5種のものとは逆関係であつた。proline がやや多く，tryptophan が認められなかつたのも注目される点である。

個々の魚について特異的なものをあげると，ドジョウは lysine が非常に多く methionine が少なく，後者の値はアカエイのそれとほぼ似ている。ウナギは histidine が認められず arginine が多い。マアナゴは alanine が少なく methionine が多い点が注目されよう。イサゴガンギエイは glycine がやや少ない点を除けば，そのアミノ酸組成は硬骨魚と共通点が多く，同じ軟骨魚類のアカエイとの類似点が少ないことは興味あるところである。

棲息環境の海水，淡水という点から見ると，一般に海産魚のほうが aspartic acid が多く，またアカエイを除けば淡水魚のほうが proline が多いといえるが，特に顕著な差とはいえないようである。

粘性のかなり強い蛋白質およびその他の蛋白質との比較のため sericin[10], ovoalbumin, ovomucin, lactoglobulin, conalbumin, fibrinogen, myosin[11] などをえらび，これらと魚類粘質物とのアミノ酸組成を比べてみると，lactoglobulin, conalbumin, fibrinogen などとやや共通点があるようにも思えるが，特にその類似性を強調するほどのものではない。

以上いろいろな観点から比較検討したが，粘質物蛋白が魚の棲息環境，粘質物の粘度，外観的差異などと決定的な関係をもつものとは考えられない。

摘　　要

淡水産硬骨魚2種，海産硬骨魚2種，海産軟骨魚2種の計6種の魚の体表面粘性物質を集め，イオン交換クロマトグラフ法によつてアミノ酸組成を調べた。その結果，アカエイを除く他の5種のアミノ酸組成は多少の差はあるが，共通点が多いことを知つた。アカエイは threonine が非常に多く，leucine, arginine, alanine, methionine が少ない点で他の5種と比べると特異的であつた。

本実験を行なうに当たり，イオン交換樹脂クロマトグラフィーについて終始懇切な御指導を頂いた本学部蚕糸化学教室渡辺忠雄助教授に深謝の意を表する。

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄：本誌，**26**, 739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄：本誌，**26**, 745 (1960).
3) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄：本誌，**27**, 143 (1961).
4) Moore, S. and Stein, W. H.: *J. Biol. Chem.*, **192**, 663 (1951).
5) Ishii, S.: *J. Biochem.*, **43**, 531 (1956).
6) Moore, S. and Stein, W. H.: *J. Biol. Chem.*, **211**, 907 (1954).
7) Chinard, F. P.: *J. Biol. Chem.*, **199**, 91 (1952).
8) Block, R. J. and Bolling, D.: "The amino acid composition of proteins and foods", 2nd Ed., Charles C Thomas, Illinois (1951), p. 194.
9) 水島三一郎・赤堀四郎："蚕白質化学"，I 巻，共立出版，東京 (1954), p. 260.
10) 渡辺忠雄：日蚕雑，**29**, 15 (1960).
11) 水島三一郎・赤堀四郎："蚕白質化学"，II 巻，共立出版，東京 (1954), p. 127.

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

魚体表面の粘性物質に関する研究—V.

ドジョウの体表面粘性物質構成糖の再検討

榎本則行・冨安行雄

日本水産学会誌
第二十七巻 第六号 別冊
昭和三十六年六月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 6, June 1961.

魚体表面の粘性物質に関する研究—V.

ドジョウの体表面粘性物質構成糖の再検討

榎本則行・冨安行雄

(1961 年 2 月 28 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—V. REEXAMINATION OF COMPONENT SUGARS OF THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF LOACH

Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu*

The component sugars of the mucus-polysaccharide from the external mucous substance of loach was reported in the previous paper[1]: mucus-polysaccharide acid hydrolyzate was separated into three fractions based on R_f values by paper chromatography, and the component sugars was identified.

In the present paper, the hydrolyzate was divided into neutral, basic and acidic fractions by using ion-exchange resins (Fig. 1), and the component sugars in each fraction were analyzed qualitatively. The results obtained are as follows:

1) In the neutral fraction, ribose, galactose and glucose were identified. Although the presence of arabinose was reported in the previous paper[1], this sugar could not be detected clearly (Fig. 2).

2) In the basic fraction, glucosamine and galactosamine were identified indirectly as arabinose and lyxose, respectively, after degradation of the fraction with ninhydrin.

3) In the acidic fraction, a hexuronic acid was detected by the Williams's method (Fig. 3). The acid seemed to be glucuronic acid, as judged from the Dische's reaction (Fig. 4).

ドジョウの体表面粘性物質（以下粘質物と略称）を酵素分解して得られた polysaccharide の構成糖についてはさきに報告した[1]。そのさい用いた方法は polysaccharide を加水分解し全試料を沪紙の下端に帯状につけて paper chromatography を行ない，R_f の差にもとづく3つの分別帯に分け各々を沪紙から抽出して構成糖を同定した。

今回はイオン交換樹脂を用いて，polysaccharide の加水分解物を中性糖，塩基性糖，酸性糖に分離し，これらの3区分を paper chromatography によつて再検討したところ，前報とは多少異なつた結果を得たので報告する。

実験および実験結果

I. 粘質物から polysaccharide の調製

前報[1]に準じて行なつた。生きたままのドジョウを ethanol (70% 前後) 中に投入し，白く凝固した粘質物を体表面から注意深くかきとり ethanol で数回洗滌後，acetone, ether で脱水，乾燥して粗製粉末を得た。これを堀口[2]が行なつた方法に従つて pepsin, trypsin で加水分解し，白～灰白色の polysaccharide の粉末を得た。

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

II. イオン交換樹脂による糖の分別

イオン交換樹脂による糖の分別は橋本[3]，中村[4]が行なつた方法に準じた。試料に 30 倍容の N-H_2SO_4 を加え逆流冷却器を附し，100°C，5 時間加水分解後 $Ba(OH)_2$ で中和，$BaCO_3$ を加えて 60°C で 15 分間加熱した。遠心分離して上澄液を集め適宜濃縮してイオン交換樹脂にかけた。その概要は Fig. 1 に示した。

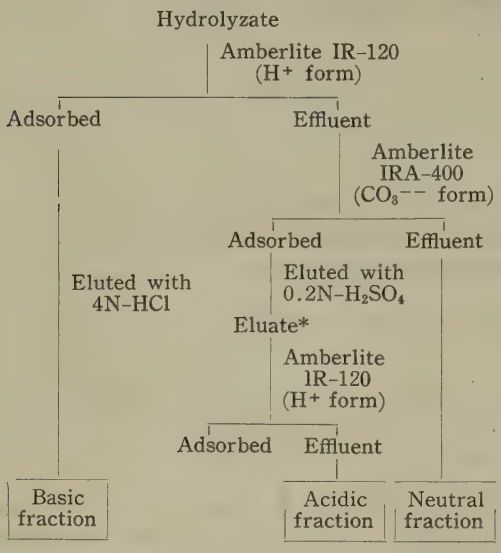


Fig. 1. Separation of three fractions from mucus-polysaccharide acid hydrolyzate with ion-exchange resins.

* The eluate was neutralized with barium hydroxide and then centrifuged. The supernatant was passed through Amberlite IR-120.

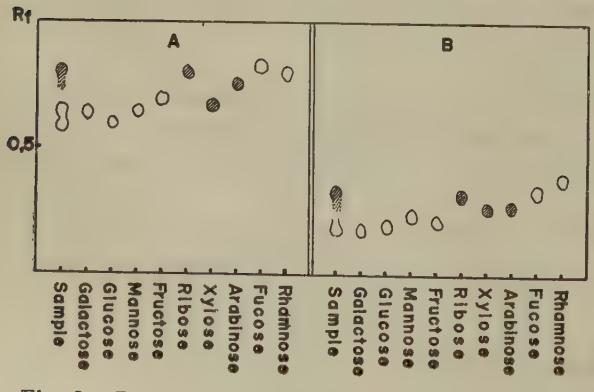


Fig. 2. Paper chromatograms of the neutral fraction.

Solvent { A; phenol: water (8 : 2) multiple development
B; butylacetate: ethanol: acetic acid: water (3 : 2 : 1 : 1)

Colour reagent; aniline hydrogen phthalate

Oblique lined spots show red colour and white spots show brown colour.

III. Paper chromatography による中性糖の同定

イオン交換樹脂によつて分離した中性区分を 60°C 以下で減圧濃縮して syrup 状とした。東洋沪紙 No. 51 を用いて paper chromatography を行なつた結果を Fig. 2 に示した。4 種の溶媒を試みたが，そのうち 2 種についての結果である。前報[1]で報告した arabinose に相当する spot は非常に不明確で判定に苦しむ状態であつたので，その存在を確認できなかつた。中性糖区分からは ribose, galactose, glucose を同定し得た。

IV. Paper chromatography による塩基性糖の同定

前報[1]において塩基性糖としては glucosamine, galactosamine* の存在を報告したが，galactosamine は純品が入手できなかつたので chondroitin sulfate の加水分解物を用いて同定したためやや精度を欠くおそれがあつた。今回は塩基性糖区分のみを分離し得たので，これを ninhydrin 処理して同定を行なつた。

glucosamine, galactosamine 溶液を pyridine で pH を約 5 に調整し ninhydrin とともに 100°C, 90 分間加熱すると，酸化されて炭素数の 1 つ少ない arabinose, lyxose に変わる[5]ので，この方法によつて塩基性区分を酸化し，*n*-Bu-(OH): Et(OH): H_2O (4 : 1 : 2) で展開した。R_f 0.17, 0.23 の 2 つの spot を得，それぞれ arabinose, lyxose に相当することから glucosamine, galactosamine と同定した。

V. 酸性区分の検索

酸性区分を syrup 状に濃縮し，paper

* 前報では chondrosamine と表現した。同一物である。

chromatography によつて調べたが，spot は認められなかつた。

中村[6] はキリンサイ粘質物の研究において，イオン交換樹脂を用いて粘質物から酸性糖区分を分離し，この区分の成分として paper chromatography によつては認め得なかつた glucuronic acid を呈色反応によつて確認している。また数種の呈色法について検討し WILLIAMS の反応[7] がもつともよかつたと報告している。

本区分についても WILLIAMS の反応を試みた。吸光曲線を Fig. 3 に示したが，これにより hexuronic acid が存在することは明らかである。naphthoresorcinol を用いる本反応は hexuronic acid に共通であるから，Fig. 3 の結果によつて本区分中の酸性糖が glucuronic acid であるとは断定できない。glucuronic acid は mannose とともに硫酸に溶解し，thioglycollic acid と反応させると鮮やかなピンク色を呈するが，galacturonic acid, mannuronic acid は同じように処理しても不明瞭な褐色を示すだけである[8]。これは glucuronic acid だけに適用される特有な反応であるから，この反応を本区分にも試みた。この反応物質の吸収曲線は Fig. 4 に示したように glucuronic acid のそれと吸収極大，吸収曲線の形がやや異なるが，glucuronic acid と同様に鮮やかなピンク色を呈することから glucuronic acid の存在が推定された。paper chromatography によつては spot が認められなかつたのは，その量が少ないか，あるいはまた呈色試薬の感度が低いかのいずれかであろう。

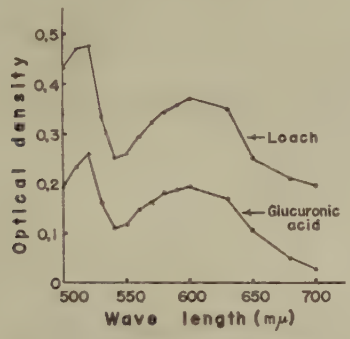


Fig. 3. Absorption spectra of authentic glucuronic acid and acidic fraction of loach in the presence of WILLIAMS's reagent.

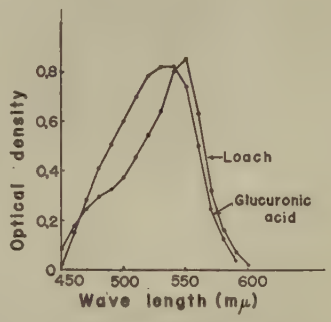


Fig. 4. Absorption spectra of authentic glucuronic acid and acidic fraction of loach in the presence of DISCHE's reagent.

考　　察

前報[1]に報告したドジョウ粘質物構成糖は ribose, arabinose, galactose, glucose, glucosamine, galactosamine であつたが，このうち galactosamine の同定は純品が入手できなかつたこと，および glucosamine, galactosamine は paper chromatography では分離が悪いといわれているため精度を欠くおそれがあつた。R_f の差にもとづく前報の分別帯には塩基性糖と酸性糖が混在し，本報のような ninhydrin 処理が適用し得るかどうか疑わしかつた。今回は塩基性糖区分のみを分離できたので，ninhydrin 処理によつてそれぞれ arabinose, lyxose とし glucosamine, galactosamine を同定した。前報でのべた arabinose は，動物体成分として認められた報告がないので特に今回は注意して実験を行なつたが，その存在は不明確であつた。前回認められた spot が今回は不明瞭となつた理由の説明は困難だが，季節的あるいは老大魚，幼少魚などによつて量的差異がもたらされることも考えられるので，これらの点についてはさらに検討を要するものと思われる。前回認め得なかつた hexuronic acid については，酸性区分のみを分離し得たので WILLIAMS の反応[7] による吸光曲線からその存在を確かめた。このものは DISCHE の反応[8] により glucuronic acid であろうと推定された。

前報[1]の paper chromatography による分別法と本報のイオン交換樹脂による分離法とを比較すると，それぞれ一長一短はあるが，イオン交換樹脂法のほうが種々の点で利点が多いと思われる。

摘　　要

1) ドジョウの体表面粘性物質の構成糖を再検討するため，polysaccharide の加水分解物をイオン交換樹脂法によつて3区分に分離した。

2) 中性糖区分からは ribose, galactose, glucose を同定したが，前報[1]でのべた arabinose は確認できなかつた。

3) 塩基性糖区分からは glucosamine, galactosamine を同定した。

4) 酸性糖区分からは WILLIAMS の試薬による吸光曲線から hexuronic acid の存在を認め，DISCHE の反応による吸光曲線から glucuronic acid であろうと推定した。

本研究の一部は文部省科学研究費によつた。記して謝意を表する。

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄: 本誌, **26**, 739 (1960).
2) 堀口吉重: 本誌, **22**, 463 (1956).
3) HASHIMOTO, Y. and SATO, T.: 本誌, **21**, 352 (1955).
4) 中村武彦: 本誌, **23**, 647 (1958).
5) RUELIUS, H. W, and GIRARD, M. M.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 512 (1954).
6) 中村武彦: 本誌, **23**, 652 (1958).
7) 赤堀四郎: "酵素研究法", 第 III 巻, 朝倉書店, 東京, (1957), p. 658.
8) DISCHE, Z.: *J. Biol. Chem.*, **171**, 725 (1947).

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

魚体表面の粘性物質に関する研究—VI.

各種魚類の体表面粘性物質構成糖の比較

榎本則行・冨安行雄

日本水産学会誌
第二十七巻 第六号 別冊
昭和三十六年六月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 6, June 1961.

魚体表面の粘性物質に関する研究—VI.

各種魚類の体表面粘性物質構成糖の比較

榎本則行・冨安行雄

(1961 年 3 月 9 日受理)

STUDIES ON THE EXTERNAL MUCOUS SUBSTANCE OF FISHES—VI. QUALITATIVE ANALYSIS OF THE MUCUS-POLYSACCHARIDE OF SOME FISHES

Noriyuki Enomoto and Yukio Tomiyasu*

Mucus-polysaccharide acid hydrolyzate of 7 kinds of fishes was divided into neutral, basic and acidic fractions by using ion-exchange resins. The component sugars in each fraction were analyzed qualitatively and the results showed that all mucus-polysaccharides contain the same components except glucose, the presence of which was not confirmed in some species (Table 1).

Due to the fairly close R_f values of galactose and glucose in this study, it was difficult to detect glucose. There remains, therefore, a possibility that glucose is also present in all the fishes tested. So, the present results suggest that the mucus-polysaccharides mostly consist of the same component sugars irrespective of the differences in their living circumstances (fresh water or sea water) and in classification system (teleost or cartilaginous fish).

ドジョウとマアナゴとの体表面粘性物質（以下粘質物と略称）を酵素分解して得た polysaccharide は，その構成糖に差異があることをすでに報告[1)2)]したが，この差異が魚種本来のものか，棲息環境が淡水，海水と異なるためかなどについては，これまでの結果からでは判断できない。

前報[3)]でドジョウの構成糖を再検討し，イオン交換樹脂による方法が優れていることを報告した。そこで今回は7種の魚の粘質物から polysaccharide を調製し，イオン交換樹脂法によつて中性，塩基性，酸性の3糖区分に分別し各区分の構成糖を比較検討したので報告する。

実験および結果

I. 供試魚

下記の淡水産硬骨魚1種，海産硬骨魚4種，海産軟骨魚2種の計7種を用いた。

ウナギ (eel) *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel

ミシマオコゼ (star-gazer) *Uranoscopus japonicus* Houttuyn

アオミシマオコゼ (star-gazer) *Gnathagnus elongatus* (Temminck et Schlegel)

サバフグ (puffer) *Lagocephalus lunaris* (Bloch et Schneider)

ガンゾーヒラメ (flat-fish) *Pseudorhombus cinnamoneus* (Temminck et Schlegel)

イサゴガンギエイ (ray) *Raja hollandi* Jordan et Richardson

アカエイ (ray) *Dasyatis akajei* (Müller et Henle)

ウナギ（福岡県柳川産，天然魚），サバフグ（福岡県津屋崎沖，一本釣で漁獲）は活魚を用いた。その他の

* 九州大学農学部水産化学教室 (Lab. Fish. Chem., Fac. Agr., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

魚は死魚で，福岡魚市場で入手したものである。

粘質物の採取法[4] および粘質物からの polysaccharide の調製法[1] は既報に準じて行なつた。

II. イオン交換樹脂による糖の分別

約 300 mg の試料に 30 倍容の $N\text{-}H_2SO_4$ を加えて沸騰湯浴中で 5 時間加水分解した。$Ba(OH)_2$ で pH 7.2 とし $BaCO_3$ を 90 mg 加えて 60°C で 15 分間加熱後，遠心分離して上澄液を集め適宜濃縮した。この濃縮液を前報[3]に準じて Amberlite IR-120 (H^+ 型)，Amberlite IRA-400 (CO_3^{--} 型) に通し中性糖，塩基性糖，酸性糖に分別した後，各区分を減圧濃縮して syrup 状とし実験に供した。

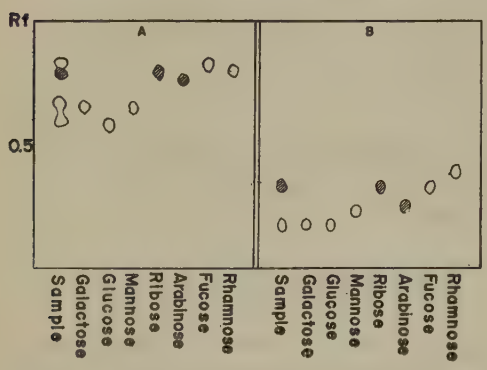


Fig. 1. Paper chromatograms of neutral fraction of puffer.
Solvent { A; Phenol: water (8 : 2) multiple development
B; Butylacetate: ethanol: acetic acid: water (3 : 2 : 1 : 1)
Colour reagent; aniline hydrogen phthalate
Oblique lined spots show red colour and white spots show brown colour.

III. Paper chromatography による中性糖区分の同定

東洋沪紙 No. 51 を用い 4 種の溶媒[1] によつて展開した。呈色試薬としては aniline hydrogen phthalate を用いたが，この試薬は hexose, pentose, methylpentose の呈色が異なるので判別しやすい。1 例として，2 種の溶媒によるサバフグ中性糖区分の展開図を Fig. 1 に示した。

供試魚に共通して認められたものは galactose, ribose, fucose で glucose は同定し得たものと同定し得ないものとがあつた。本区分の結果を後述の 2 区分の結果と合わせて Table 1 に示した。

Table 1. Component sugars of mucus-polysaccharide of some fishes.

Fr. \ Species / Sugar		Eel ウナギ	Star-gazer* ミシマオコゼ	Star-gazer** アオミシマオコゼ	Puffer サバフグ	Flat-fish ガンゾウビラメ	Ray§ イサゴガンギエイ	Ray§§ アカエイ
Neutral	Galactose	+	+	+	+	+	+	+
	Glucose	−	−	−	+	−	−	+
	Fucose	+	+	+	+	+	+	+
	Ribose	+	+	+	+	+	+	+
Basic	Glucosamine	+	+	+	+	+	+	+
	Galactosamine	+	+	+	+	+	+	+
Acidic	Hexuronic acid	+	+	+	+		+	+

* *Uranoscopus japonicus*, ** *Gnathagnus elongatus*.
§ *Raja hollandi*, §§ *Dasyatis akajei*.

IV. Paper chromatography による塩基性糖区分の同定

前報[3] のように ninhydrin 処理[5] を行なつた。濃縮試料を少量の水に溶かし pyridine で pH 5.0 として ninhydrin を添加，沸騰湯浴中で 100°C, 90 分間加熱した。沪液を減圧濃縮して paper chromatography の試料とした。

供試魚 7 種ともに arabinose, lyxose に相当する spot を認め，それぞれ glucosamine, galactosamine と同定した。

V. 酸性糖区分の検索

paper chromatography によつては何らの spot も認め得なかつたことは前報[3]と同様であつた。呈色試薬としては aniline hydrogen phthalate と *p*-anisidine-HCl を用いた。特に後者はウロン酸では特有のピンクの呈色を示すので判別しやすいが該当する spot を認め得なかつた。

前報[3]のように WILLIAMS の試薬[6]を用いて反応せしめ，その吸光度を測定した。結果の一部を Fig. 2 に示した。いずれも 520mμ および 600mμ に吸収極大を有し標品の glucuronic acid の吸光曲線とよく一致した。

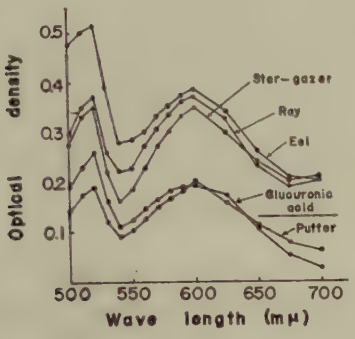


Fig. 2. Absorption spectra of acidic fraction in the presence of WILLIAMS's reagent.
Star-gazer: *Gnathagnus elongatus*
Ray: *Raja hollandi*

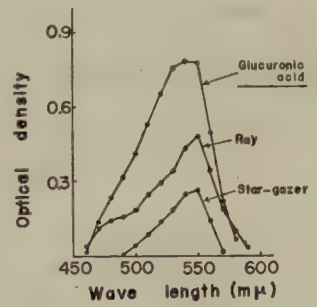


Fig. 3. Absorption spectra of acidic fraction in the presence of DISCHE's reagent.
Star-gazer: *Uranoscopus japonicus*
Ray: *Dasyatis akajei*

すでに指摘した[3]ようにこの結果によつて，酸性糖が glucuronic acid であるとは断定できないので，DISCHE の反応[7]を試みた。試料の関係でミシマオコゼとアカエイのみしか行なえなかつたが，その結果は Fig. 3 のようであつた。呈色はミシマオコゼが鮮やかなピンク色，アカエイはやや茶色味をおびたピンク色であつた。最大吸収は純品の glucuronic acid に比べるとややずれていて前報[3]のドジョウと同様に 550mμ にあつた。galacturonic acid や mannuronic acid はこの反応で不明瞭な褐色を示すだけである[7]から，本区分の酸性糖には glucuronic acid が存在すると考えられる。

以上3区分についての結果をまとめて Table 1 に示したが，共通成分が多いことが分る。

考　　察

魚の粘質物は魚種によつて外観的にかなりの差異があり，また供試魚は棲息環境が淡水，海水と異なり，硬骨魚，軟骨魚という差もあるので，その粘質物組成には何らかの差異があろうと推定される。さきに粘質物蛋白については 13 種類の魚について調べ，構成アミノ酸の種類およびアミノ酸組成には共通点が多いことを報告した[1,2,4,8]。

WESSLER ら[9]は7種の魚の粘質物についてその構成糖を paper chromatography によつてしらべている。中性糖についての彼らの結果を参考までに Table 2 に示した。著者らの結果 (Table 1) と比較すると galactose, fucose, ribose が見出されている点はよく似ているが，著者らが供試魚のいずれからも mannose を認め得なかつた点は大きな相違である。

また WESSLER ら[9]は塩基性糖の存在を指摘しているが hexosamine としてのみしているので，詳しくはしらべていないようである。hexuronic acid については，FISHMAN らの方法[10]によつて定性的に分析しその存在を認め得なかつたと述べているが，著者らの結果ではその存在は明らかであつた。

既報[1,2]の結果は fucose の存否が淡水，海水という棲息環境の差を示す可能性を予想させたが，今回の

Table 2. Relative sugar composition (hexoses + pentoses + methylpentoses) of the external mucous coatings of some fishes (WESSLER *et al.*[9]).

Material	Galactose	Glucose	Mannose	Fucose	Ribose
External mucus from					
Pleuronectes platessa (Plaice)	++	+	(+)	+++	+
Gadus callarias (Cod)	+		(+)	(+)	++
Gadus merlangus (Whiting)	+		(+)	(+)	++
Anguilla vulgaris (Eel)	+		(+)		+
Esox lucius (Pike)	++		+	(+)	+
Raja sp. (Ray)	+++		++	++	+
Myxine glutinosa (Hagfish)	+		?	?	(+)

結果からこの予想は否定された。fucose は海水中に生活する動植物体に poly-fucose 硫酸として存在することが古くから知られているが，体外分泌物とも考えられる本試料のようなものにも認められたことは興味あることと思われる。

糖類は paper chromatography においては R_f の差が小さいので，なかなか同定が難かしいが，特に galactose と glucose とは R_f が接近し分離が悪くて同定に困難を感じた。本実験においても galactose と glucose の spot は tailing を示して glucose の存在を推定させるものが多かつた。Table 1 に示された glucose の存在が〔−〕のものでも，なお存在する可能性があると思われるので，この点別法でさらに調べる予定である。

摘　　要

7種の魚の体表面粘性物質から得た polysaccharide の加水分解物をイオン交換樹脂法によつて中性糖，塩基性糖，酸性糖の3区分に分別し，各区分の構成糖成分について定性分析を行なつた。その結果，淡水魚，海産魚あるいは硬骨魚，軟骨魚などの差異に関係なく，構成糖は同一であると考えた (Table 1)。なお，glucose の存否において差異が認められたが，glucose が認められなかつた魚種にも glucose が存在する可能性があると推定した。

文　　献

1) 榎本則行・冨安行雄：本誌，**26**, 739 (1960).
2) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄：本誌，**26**, 745 (1960).
3) 榎本則行・冨安行雄：本誌 **27**, 609 (1961).
4) 榎本則行・長尾忠明・冨安行雄：本誌，**27**, 143 (1961).
5) RUELIUS, H. W. and GIRARD, M. M.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **50**, 512 (1954).
6) 赤堀四郎："酵素研究法" 第 III 巻，朝倉書店，東京 (1957), p. 658.
7) DISCHE, Z.: *J. Biol. Chem.*, **171**, 725 (1947).
8) 榎本則行・泉外喜雄・冨安行雄：本誌 **27**, 606 (1961).
9) WESSLER, E. and WERNER, I.: *Acta Chem. Scand.*, **11**, 1240 (1957).
10) FISHMAN, W. H. et al.: *J. Clin. Invest.*, **30**, 685 (1951). 〔文献 9) から引用〕

PRINTED BY
KOKUSAI BUNKEN INSATSUSHA
SHINJUKU-KU, TOKYO

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—Ⅳ.

酸化魚油の抗菌作用型式と阻害物質とについて

豊　水　正　道

日本水産学会誌

第二十七巻　第二号　別冊

昭和三十六年二月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of

the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 27, No. 2, February 1961.

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—Ⅳ.
酸化魚油の抗菌作用型式と阻害物質とについて

豊　水　正　道

(1960 年 10 月 17 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—IV. ON THE MODE OF ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL AND THE REVERSAL SUBSTANCES.

Masamichi Toyomizu*

In order to demonstrate the mechanism of antimicrobial action of oxidized fish oils, the mode of the action and the reversal action were investigated by using *Debaryomyces membranaefaciens*.

For these purposes, first of all, the nitrogen demands of the organism were tested and the synthetic medium was prepared (Table 2). The antimicrobial action of oxidized calamary oil methyl ester chiefly caused the prolongation of the lag period as in the case of an antibacterial agent, which reacts with protein, and was effective when added at the beginning of culture (Fig. 2). Moreover it was reversed with protein, peptone, medical yeast, phospholipid, and activated charcoal but not by sulfhydryl compound, vitamin, and amino acid (Table 4).

These findings show that the antimicrobial actions of oxidized fish oils and of unsaturated fatty acids have somewhat similar patterns, so it may be assumed that the antimicrobial action of oxidized fish oils are probably due to their reaction with protein as in the case of unsaturated fatty acids. On the other hand, some different behaviors in the antimicrobial spectrum and the ionization were found between them, so the mechanism of chemical association of oxidized fish oils with protein seems to be different from that of unsaturated fatty acids.

酸化魚油の抗菌作用の本体であるカルボニルの種類を明らかにしたので，本研究ではその作用機構を究明する目的で酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤と抗菌作用型式とを追求した。

抗菌作用が培地組成により影響されることは数多くの例で知られている。特に窒素化合物，ビタミンによる影響は大であることが多い。このために真の抗菌作用を研究するには供試菌の増殖は正常であり，かつ抗菌作用を阻害，あるいは促進するような物質を全く含まない，組成の明らかな合成培地で検討することが望ましい。このような見地のもとで酸化魚油の抗菌作用の研究に用いた *Debaryomyces membranaefaciens* (*D.m.*) の培地として著者が用いた peptone-Hayduck 培地にかわる合成培地の選定を試みた。

一般に抗菌性物質の作用は非常に複雑な機構のもとで起るものであるから，作用機構の研究は極めて難しく，また得られた結果についてもあながち同意し得ない場合も多々あり，研究者の主観的な判断による場合もしばしばある。ところがこのような複雑な問題を処理するために抗菌性物質の微生物増殖抑制経過を増殖曲線の変化を追跡することによつて追求する方が Poole 等[1] によつて提唱され，その後柳田[2] によつて系統的に研究された。著者はこの方法によつて酸化魚油の抗菌作用を単なる一つの現象として観察追求するとともに，抗菌作用に影響を与える因子を検討することにより，酸化魚油の抗菌作用機構を解明しようと試みた。

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

実験および結果

I. 合成培地の選定

供試菌および接種：peptone-Hayduck 培地で 72 時間，30°C で前培養した *D.m.* を遠心分離し上澄液を傾斜除去後，生理食塩水で洗滌更に遠心分離し上澄液を除去する。この方法で更に2回洗滌した酵母菌体を次に示す方法によって濁度を測定し，濁度 60 になるように生理食塩水で稀釈した菌の懸濁液を 0.2cc 宛 10cc の合成培地に接種し 30°C で培養した。

菌数の測定：日立 PO-B 型比濁計で濁度を測定する方法を用いた。すなわち封管したガラスチューブにつめた 5cc の 0.1% 塩化バリュウム溶液と 5cc の 5% 硫酸水溶液との混合溶をよく振盪してこれを菌数測定の標準懸濁液とし，この濁度が 100 になるように比濁計の絞により光量を調節して測定した。光源としてはタングステンランプを使用しフィルターは用いず，タングステンランプの全光線を用いた。

Table 1. Composition of the culture medium.

1. Peptone-Hayduck medium
2. Basal medium + yeast extract + casein hydrolyzate
3. Basal medium + yeast extract + NH_4NO_3
4. Basal medium + vitamins + amino acids
5. Basal medium + amino acids
6. Basal medium + vitamins + L-glutamic acid
7. Basal medium + vitamins + L-arginine
8. Basal medium + vitamins + L-glutamic acid + L-arginine

Peptone-Hayduck medium: peptone 1g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.3g, KH_2PO_4 0.1g, glucose 5g, dist. water 100cc

Basal medium: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.3g, KH_2PO_4 0.1g, glucose 5g, dist. water 100cc, pH 5.8

Vitamins: biotin 1μg, thiamine 0.1mg, inositol 0.1mg/100cc

Amino acids: L-arginine, L-cystine, L-glutamic acid, L-histidine, L-leucine, DL-isoleucine, L-tryptophan, L-tyrosine, DL-valine, DL-aspartic acid, each 50mg/100cc

Hayduck 培地からアスパラギンを除去したものを基礎培地とし，*D.m.* の正常増殖のために必要とするビタミン，窒素源について検討した。その結果は Table 1, Fig. 1 に示した。すなわち *D.m.* が正常増殖を示す peptone-Hayduck 培地のペプトンは酵母エキスを加えればカゼイン加水分解アミノ酸で置換されるが，無機窒素では置換されない。アミノ酸代謝で必要とするビタミンについては B_1, B_2, B_6, ビオチン，葉酸，ニコチン酸，イノシトール，*p*-アミノ安息香酸，パントテン酸の9種のビタミンについて検討した

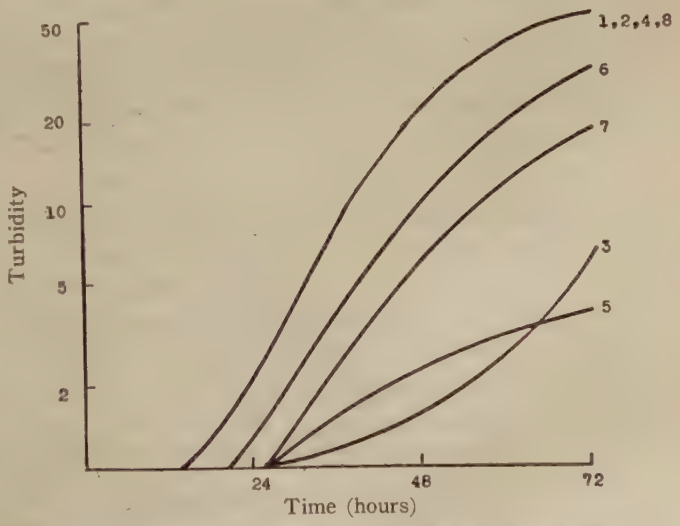


Fig. 1. Growth of *Debaryomyces membranaefaciens* in several kinds of culture media (pH 5.8).

ところビオチン，B_1，イノシトールのみを必要とすることを知つた。次にこれら3種のビタミンの存在の下で必須アミノ酸を Table 1 で示した 10 種のアミノ酸について試験したところ，グルタミン酸，アルギニンを特に要求し，この両者を含んだ培地では *D.m.* は正常の増殖をなすので Table 2 の組成をもつた合成培地を用いて増殖抑制型式，阻害物質の実験を行なつた。

Table 2. Composition of the synthetic medium for *Debaryomyces membranaefaciens*.

glutamic acid	75 mg	arginine	75 mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.3g
KH_2PO_4	0.1g	glusose	5g	biotin	1μg
thiamine	0.1 mg	inositol	0.1 mg	dist. water	100 cc
pH	5.8				

II. 酸化魚油の *Debaryomyces membranaefaciens* に対する抗菌作用型式

供試酸化魚油は常法で酸化した酸化イカ肝油メチルエステルで，その化学性質は Table 3 に示した。この酸化魚油を *D.m.* の接種時，対数期及び定常期に添加した場合の増殖抑制現象を 30°C で観察した。供試菌，接種法および菌数測定法はすべて前述の方法によつて行ない，その結果は Fig. 2 に示した。増殖初期では誘導期抑制の結果，誘導期の延長が明らかに認められ，酸化魚油の添加量によつては対数期，定常期の増殖に影響することもあつた。対数期に添加した場合の増殖抑制作用は接種時に添加した時よりも弱いが，一時増殖を中止した後再び増殖を始めた。その後は対数期，定常期の増殖には殆んど影響を与えなかつた。ところが定常期に添加した場合は増殖促進効果が現われ，いわゆる "Double action" が認められた。すなわち酸化イカ肝油メチルエステルの *D.m.* 増殖抑制作用は主として誘導期の延長によるものであり，菌の増殖初期に添加した場合に有効であることを明らかにした。

Table 3. Characteristics of calamary oil methyl ester.

		Calamary oil methyl ester	
		Fresh	Oxidized
Hexane soluble carbonyl (mm/kg)	unsaturated	3.4	93.5
	saturated	1.6	57.3
Iodine value		188.0	184.3
Peroxide value		0.58	10.4
Acid value		0.83	3.9

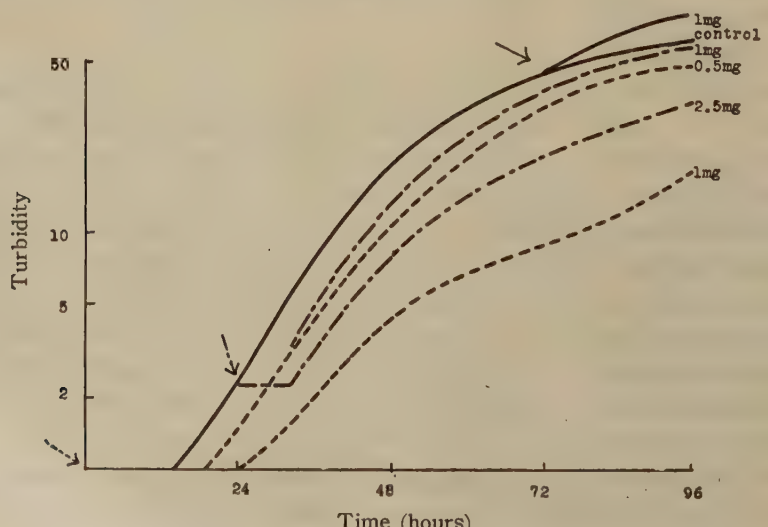


Fig. 2. Antimicrobial effect of oxidized calamary oil methyl ester on *Debaryomyces membranaefaciens*.

III. 酸化魚油の抗菌作用に対する阻害物質

Table 3 に化学性質を示した供試酸化イカ肝油メチルエステルは Agar streak 法によると 10cc の合成寒天培地に 5mg 添加すると *D.m.* の増殖を全く抑制するから，7.5mg の酸化イカ肝油メチルエステルを添加した 10cc の合成寒天培地に蛋白質，アミノ酸，ビタミン，SH 剤，界面活性剤，燐脂質，吸着剤などを加えて抗菌作用に対する阻害作用の有無を調べた。その結果は Table 4 に示したように，蛋白質，ペプトンのような高分子の窒素化合物，薬用酵母，燐脂質，吸着剤では活性炭によつて阻害された。しかし合成培地の選定実験で用いた9種のビタミン，10種のアミノ酸は勿論酵母エキス，カゼイン水解物，SH 剤などは全く阻害作用を示さなかつた。

Table 4. Reversal of antimicrobial action of oxidized calamary oil methyl ester on *Debaryomyces membranaefaciens* by various substances.

	Amount added (mg/10cc)	Reversal action
Albumin	5～10	+
Peptone	10～50	+
Casein hydrolyzate	5～50	−
Medical yeast	5～50	+
Yeast extract	1～ 5	−
Cysteine	1～ 5	−
Glutathion	1～ 5	−
Sodium-thioglycolate	1～ 5	−
Tween-20	2～10	±
α-Tocopherol	2～ 4	±
Cholesterol	0.2～ 2	±
lecithin	2～ 8	±
Kephalin	2～ 8	+
Activated charcoal	5～10	+
Starch	5～50	−

考　　察

Debaryomyces 属の酵母は栄養的に「厳しい」性質を持つていないことは知られており，長西[4]は Hayduck 培地に卵白と亜鉛塩を加えた改良 Hayduck 培地で増殖すると述べている。著者は Hayduck 培地のアスパラギンをペプトンで置換した peptone-Hayduck 培地で正常の増殖を示すことを知つた。しかしペプトンは酸化油の抗菌作用に影響を与えるので，ペプトンを抗菌作用に影響を与えない既知窒素源と置換えるために窒素源についてビタミン要求と関連して研究した。その結果 Fig. 2 で示したような正常増殖を示す合成培地（Table 3）が決定されたので，この培地を用いて酸化油の抗菌作用に対する阻害作用および抗菌作用型式について検討した。

酸化魚油の抗菌作用と類似したものと考えられる不飽和脂肪酸の抗菌作用に対する阻害物質について KODICEK[5] が詳細に研究し，NIEMAN[6] はこれに関する綜説を発表し，血清特に血清中のアルブミン，澱粉，bile salt, cholesterol, lecithin, calciferol, lumisterol, α-tocopherol, saponin により阻害されると述べ，KODICEK はこの外にビタミン D，塩化カルシウム，澱粉，活性炭，さらに oxaloacetic acid が僅かに阻害作用を示すが，グルタチオン，メチオニンのごとき SH 剤および B 群ビタミンは阻害作用を示さないと述べている。

他方，酸化油はネズミ，ヒヨコに毒性を示すが，この毒性を除去する作用をもつ物質の研究は古くから行なわれ，薬用酵母がその作用を示すことは知られている。小柳ら[7]は酸化大豆油によるネズミの皮脂漏症はフラビンあるいはフラビン，コリンの両者により治癒されるが，これにカゼインも同時にあたえると良好な発育をなすと述べている。KUMMEROW 等[8]はネズミについてピリドキシンとパントテン酸が酸敗油の毒性を除去すると述べ，また亜麻仁油粕のヒヨコに対する生長抑制作用は KRATZER 等[9]によると，ピリドキシン，ピリドキサミンによつて阻害されるとのことである。また不飽和脂肪酸投与による家兎血液中の cholesterol 含量低下はピリドキシンとの併用により著しく促進するといわれているから[10]，ピリドキシン，パントテン酸などは脂質の代謝に関係していると思われる。またフラビンが脂質の脱水素作用に[11]，コリンが脂質の燃焼に[12]関与するといわれている。他方，ビオチンは酸敗脂肪によつて酸化分解されてその作用を失なうと報告されている[13]。このような理由で酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤としてビタミン類の作用が期待されたが，全くその作用は認められなかつた。このことは酸化魚油の抗菌作用が酸化油の動物に対する

毒性とは全く異なつた機構によつていることを暗示している。酸化油の毒性の予防に有効なものとして唯一つ薬用酵母のみが酸化魚油の作用をも阻害したが，酸化魚油の抗菌作用に対する阻害剤としてビタミン類および酵母エキスが無効であり，蛋白質が有効であつた点から薬用酵母の効果はビタミンの作用によるものではなく，蛋白質の作用によると考えるのが妥当であろう。抗菌性物質の作用機構として考えられるものには必須代謝物質との結合，細菌細胞の酸化還元電位の攪乱，細胞酵素系に対する抑制作用などがある。酸化魚油の抗菌作用はビタミン類，アミノ酸によつては全く阻害されないこと，および増殖抑制が誘導期の延長であることから，パラアミノ安息香酸に対するスルホン剤のような特定の必須栄養物との競合いによる可能性はなく，また SH 剤添加による影響が全く認められなかつたことから SH 基阻害および酸化還元電位の攪乱の可能性も考えられない。Table 4 に示した阻害作用全般から検討すると不飽和脂肪酸の抗菌作用に対する阻害作用と多くの点で類似している。GEIGER 等[14]，CAVALLITO 等[15] はカルボニルの抗菌作用は細菌の増殖に必須な SH と補捉的に反応することによるから SH 剤により阻害されると述べ，山田[16] はフォルムアルデハイドの防腐作用はシステインとの反応によると述べている。これに対して鴨田ら[17] は芳香族カルボニルの *Escherichia coli* に対する抗菌作用はシステインによつては阻害されと述べている。酸化魚油中の主要カルボニルはフォルムアルデハイドのような低分子のものではなく，炭素数が 10 位であるから，これらは低分子のカルボニルとは抗菌作用機構が異なるために SH 剤によつては阻害されないのであろう。

柳田[2] は抗菌性物質を微生物増殖抑制作用型式により誘導期抑制型，対数期抑制型，複合型，溶菌型の 4 型に分類しているが，酸化魚油の抑制作用型式は第 1 型，すなわち誘導期抑制型である。この型に属する代表的なものは昇汞であり，蛋白質と結合する物質の抗菌作用型式はこの型に属する。不飽和脂肪酸であるリノール酸，リノレン酸の微生物増殖抑制作用について BAUERNFEIND 等[18]，STRONG 等[19]，KODICEK[5] および THOMA 等[20] は静菌的に作用し，その作用は誘導期の延長によるものであると述べている。KODICEK[5] は抗菌作用機構は不飽和酸と菌体との結合に基くと結論している。

酸化魚油の抗菌作用を作用型式および阻害剤から検討すると不飽和酸の作用とよく類似している。酸化魚油の抗菌作用が蛋白質，ペプトンおよび薬用酵母によつて阻害されること，並びに不飽和酸の抗菌作用が菌体との結合によると考えられていることから考察すると，酸化魚油の抗菌作用は蛋白質との結合によるものと推察される。ところが，不飽和脂肪酸の抗菌作用は Gram 陽性菌中の特定菌にのみ作用し，脂肪酸をエステル化すると抗菌作用を全く示さなくなる。これに反し，酸化魚油の抗菌作用は著者ら[21] が報告したように Gram 染色性とは関係なく広範囲の菌に作用する。また酸化魚油の抗菌作用に及ぼす培地 pH の影響を検討した結果 pH 5.5～8.0 の範囲では抗菌作用と pH との間には何ら関係が認められないので酸化魚油は非イオン物質として作用していると考えられる。これらのことから酸化魚油の菌体蛋白質との結合は不飽和脂肪酸による結合とは異なつた機構によると考えられる。

要　　約

1. 酸化魚油の抗菌作用機構を明らかにする目的で *Debaryomyces membranaefaciens* を供試菌として抗菌作用型式と阻害剤とについて研究した。

2. *Debaryomyces membranaefaciens* の合成培地を選定するためにビタミン，アミノ酸要求を調べたところ，ビタミン類と無機塩とが存在しても無機窒素源のみでは増殖せず，アミノ酸としてグルタミン酸とアルギニンとを必要とした。

3. 酸化魚油の抗菌作用は蛋白質，ペプトン，薬用酵母，燐脂質，活性炭によつて阻害されたが，ビタミン，アミノ酸，SH 剤によつては阻害されなかつた。

4. 酸化魚油の抗菌作用は誘導期抑制によるものであり，菌の増殖初期に添加した場合に有効である。蛋白質と結合する物質はこの型式に属する。

5. 酸化魚油の抗菌作用機構は作用型式および阻害剤から考察すると，酸化魚油と蛋白質との結合に基くものと推察される。

終稿に当り終始御懇篤な御指導を賜わつた富安教授に深謝の意を表する。

文　　献

1) POOLE, E. A. and HINSHELWOOD, C. N.: J. Chem. Soc., **II**, 1565 (1940).
2) 柳田友道: 酵素化学の進歩, **I**, 285 (1949).
3) 甲野礼作: 基礎細菌学, 上巻, p. 222 (1956).
4) 長西広輔: 醱酵工, **26**, 345 (1948).
5) KODICEK, E.: Sym. Soc. Exptl. Biol., **III**, 217 (1949).
6) NIEMAN, C.: Bact. Revs., **18**, 147 (1954).
7) 小柳達男・勝又悌三: 農化, **30**, 683 (1956).
8) KUMMEROW, F. A., CHU, T. K. and RANDOLPH, P.: J. Nutr., **36**, 525 (1948).
9) KRATZER, F.H., WILLIAMS, D.E., MARSHALL, B. and DAVIS, P.N.: J. Nutr., **53**, 555 (1954).
10) VAN ITALLIE, T. B.: Nutr. Revs., **15**, 1 (1957).
11) BEINERT, H., BOCK, R. M., GOLDMAN, D. S., GREEN, D. E., MAHLER. H. R., MIL, S., STANSLY, P. G. and WAKIL, S. J.: J. Am. Chem. Soc., **75**, 4111 (1953).
12) ARTOM, C. J.: J. Biol. Chem., **213**, 681 (1955).
13) PAVCEK. P. L. and SHUIL, G. M.: J. Biol. Chem., **146**, 351 (1942).
14) GEIGER, W. D. and CONN, J. E.: J. Am. Chem. Soc., **67**, 112 (1945).
15) CAVALLITO, C. J., BAILEY, J. H., HASKELL, T. H., MC CORMICK, J. R. and WARNER, W. F.: J. Bact., **50**, 61 (1945).
16) 山田金次郎: 日水誌, **18**, 220 (1952).
17) 鴨田　稔・伊藤信夫: 農化, **28**, 799 (1954).
18) BAUERNFEIND, J. C., SOTIER, A. L. and BORUFF, C. S.: Ind. Eng. Chem., Anal. Ed., **14**, 666 (1942).
19) STRONG, F. M. and CARPENTER, L. E.: *ibid.*, **14**, 909 (1942).
20) THOMA, R. W. and PETERSON, W. H.: J. Bact., **60**, 39 (1950).
21) 富安行雄・豊水正道: 本誌, **21**, 253 (1955).

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—V.
酸化魚油の蛋白質との複合体形成

豊 水 正 道

(1960 年 11 月 29 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—V.
COPOLYMER FORMATION FROM OXIDIZED FISH OIL AND PROTEIN

Masamichi Toyomizu*

The present paper is concerned with *in vitro* copolymerization of the antimicrobial oxidized fish oils with protein.

10cc of oxidized calamary oil methyl ester was emulsified into 20cc of 2% egg protein solution. The flask containing the mixture was placed in a water bath maintained at 37°C and stirring was continued for 3 hours. The yellow brownish copolymer was obtained by removing the unreacted methyl ester and protein (Table 1, 2). In the reaction calamary oil methyl ester could not copolymerize with protein if not previously oxidized (Table 3). A pronounced effect of the nitrogenous source on the rate of copolymerization was detected. The rate of copolymer formation from protein was higher than that from peptone, and no copolymer was formed from protein hydrolyzate and glycine (Table 4). The necessary group in oxidized fish oils required for copolymerization with protein seemed to be carbonyl group judging from the copolymerization of oxidized fish oils with protein and the cocurrent changes of chemical characteristics of the oils (Table 5), so it seemed that an amino-carbonyl condensation reaction would take place in oxidized fish oil-protein copolymer formation as in a typical browning of dried milk or a dried egg.

酸化魚油の抗菌作用形式および生体の作用に対する阻害作用物質を検討した前報[1]の結果から，抗菌作用機構は酸化魚油と菌体との結合によると推定した。蛋白質が種々の物質と複合体を作ることは広く知られている。この複合体の中には普通の溶媒抽出のような簡単な処理によって分解されて元の物質にわかれる不安定なものから，熱アルコール或はアルカリ処理のような比較的烈しい処理によってのみ分解される安定なものまで種々ある。これ等のうち生体内に存在する複合体では脳組織中の蛋白質と脂質との複合体[2]が安定であると云われている。

酸化油が蛋白質および蛋白質以外の低級含窒素物と反応することについてはあまり研究されていない。野中[3]は酸化油中のハーフアルデハイドが蛋白質の分解物である低級窒素化合物と結合していわゆる油焼の現象を呈すると述べている。松尾[4]は酸化油中の過酸化物がグリシンと反応してアンモニヤを発生するが，定量される値は理論値に比して非常に低く，大部分のアンモニヤは酸化油と反応して酸化油を黒褐色に変色させると述べている。また Witting 等[5]は含硫アミノ酸と不飽和アルデハイドとの縮合生成物がγ線照射による食品の悪臭発生の前駆物質であろうと推論した。酸化油と蛋白質との複合体形成については Tappel[6]および Narayan 等[7]の報告がある。前者はリノール酸の酸化によって生じたアルデハイドが蛋白質の活性アミノ基と化学的に結合して複合体を形成すると述べているのに対し，後者は卵アルブミンと酸化リノール

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

酸とが複合体を形成するのは共有結合によるのではなくて水素結合によると述べている。

著者は酸化魚油の抗菌作用が菌体蛋白質との結合に基づいているのではないかと云う推定のもとに抗菌性酸化イカ肝油メチルエステルと卵蛋白質との複合体形成について検討した。

実 験 方 法

卵蛋白質溶液の調製: 卵白をガーゼで沪過し，4.5 倍量の水を加え静かに攪拌する。卵グロブリンは沈殿するからこれを沪別して約 2% の卵蛋白質水溶液を得た。

抗菌性酸化魚油: 常法によつて得たイカ肝油メチルエステルを 1.5 時間 100°C で酸素吹込み下で酸化した。

複合体の定量: 卵蛋白質水溶液と酸化魚油との懸濁液を 100cc の共栓フラスコを用いて 37°C の水浴中で振盪して反応させた。一定時間後多量の水を加えて反応を停止させてから遠心分離すると未反応油と複合体は上層に集るから，サイホンで水溶液を除去する。この操作を 3 回繰返して未反応の蛋白質を除去する。上層部の未反応油と複合体はアルコール，次いでエーテルで充分に洗滌してからグラスフィルター (3G-3) に移し，更にアルコール，キシレンおよびエーテルで洗滌して未反応油を除去後 90°C で 20 分間乾燥してから得た黄褐色の複合体を秤量した。

実 験 結 果

I. 酸化魚油と卵蛋白質との複合体形成

酸化イカ肝油メチルエステルと卵蛋白質との複合体形成の条件を明らかにするために酸化イカ肝油メチルエステルの添加量と反応時間とについて検討した。20cc の 2% 卵蛋白水溶液に対し酸化イカ肝油メチルエステルを 15～2.5cc 添加して 3 時間反応させた処，Table 1 に示したように複合体の形成には 10cc の酸化メチルエステルの添加で充分であつた。次に 20cc の卵蛋白質水溶液に 10cc の酸化イカ肝油メチルエステルを添加して 1～7 時間反応させて反応時間について検討した処 Table 2 で示したように 3 時間の反応時間で複合体はほぼ完全に形成されることがわかつた。以上の実験結果から以降の実験には総て 20cc の試料溶液に対し 10cc の酸化イカ肝油メチルエステルを添加して 3 時間反応させて実験を行なつた。Table 3は卵蛋白質溶液に対する酸化イカ肝油メチルエステルと蒸留直後の未酸化イカ肝油メチルエステルとの複合体形成の結果を示したものである。これによつて未酸化イカ肝油メチルエステルは複合体を形成しないが，酸化イカ肝油メチルエステルは複合体を形成することが明らかになつた。

Table 1. Effect of the amount of oxidized calamary oil methyl ester on the rate of copolymer formation.

Oxidized methyl ester added (cc)	Copolymer formed (mg)
0	18
2.5	44
5	53
7.5	84
10	112
15	118

Each oxidized ester was added to 20cc of 2% egg protein soln.

Table 2. Effect of reaction time on the rate of copolymer formation.

Reaction time (hr.)	Copolymer formed (mg)
1	43
3	115
5	123
7	135

Table 3. Copolymer formation from calamary oil methyl ester by oxidation.

	Copolymer formed (mg)
Oxidized calamary oil methyl ester	110
Fresh calamary oil methyl ester	16

10cc of ester was added to 20cc of 2% egg proteinsoln.

II. 酸化魚油の複合体形成と含窒素物の分子形態との関係

酸化イカ肝油メチルエステルが蛋白質と複合体を形成することが明らかになつたので，含窒素物の分子の形態が酸化イカ肝油メチルエステルの複合体形成作用におよぼす影響について検討した。すなわち蛋白質，アルブミン酸分解物，カゼインソーダ，カゼイン酸分解物，ペプトンおよびグリシンの2% 水溶液を試料とし，これ等と酸化イカ肝油メチルエステルとの複合体の形成を調べた結果を Table 4 に示した。これによつてグリシンおよび蛋白質の分解物であるアミノ酸混合物は酸化イカ肝油メチルエステルとは遠心分離後上層に浮上する複合体を形成しないが，ペプトン以上の高分子のものは複合体を形成し，酸化イカ肝油メチルエステルの複合体形成には窒素化合物の分子形態が重要な因子であることがわかつた。

Table 4. Copolymer formation from oxidized calamary oil methyl ester and various kinds of nitrogenous compounds.

	Copolymer formed (mg)
Egg protein	113
Albumin hydrolyzate	0
Sodium caseinate	68
Casein hydrolyzate	0
Peptone	34
Glycine	0

10cc of oxidized ester was added to each 20cc of 2% nitrogenous soln.

III. 酸化イカ肝油メチルエスチル中の反応基

酸化イカ肝油メチルエステルと卵蛋白質とを 37°C で3時間反応させて複合体を形成させた後の未反応のイカ肝油メチルエステルの化学的性状と反応前のそれとを比較して反応に関与したと考えられる反応基を推察した。その結果を Table 5 に示した。反応後の未反応イカ肝油メチルエステルの沃素価は減少し，過酸化物価は反応前よりもかえつて増加していることから反応中に酸化が更に進んだおそれはあるが，他方抗菌作用に関係のある反応性の大きいヘキサン可溶性の不飽和カルボニルは明らかに複合体形成反応のために減少し酸化イカ肝油メチルエステルではこのカルボニル基が反応基であることを暗示している。

Table 5. Changes in chemical characteristics of oxidized calamary oil methyl ester during the copolymer formation reaction.

	Iodine value	Peroxide value	Acid value	Hexane soluble carbonyl Unsat. (m·mol/kg)	Sat. (m·mol/kg)
Before reaction	187.5	14.2	3.4	87.0	62.1
After reaction	185.7	22.2	3.5	41.2	59.1

考　　察

酸化魚油は蛋白質と複合体を形成し，黄褐色の複合体が遠心分離により上層部に分離されたが，蛋白質の酸分解であるアミノ酸混合物とは複合体を全く形成しなかつた。実際に酸化魚油が合成培地に添加された場合には酸化魚油が培地中のアミノ酸と反応するよりも培地中の唯一の蛋白質である菌体と直接反応する可能性が遙かに大であることはこの結果から当然考えられる。松尾[3] は卵蛋白質水溶液に高度不飽和脂肪酸エチルエステルの自動酸化物を加え 37°C に放置すると，蛋白質は著しく変性をうけて褐色豆腐状の沈澱を生ずるが，これは自動酸化生産物である過酸化物と端在アミノ酸との反応のためであると推論した。また，TAPPEL[6] は amino-carbonyl 反応によつて酸化油と蛋白質とが複合体を形成すると主張したのに対して，NARAYAN 等[7] はラウリルアルデハイドとアルブミンとは比較的僅小量の複合体しか形成しないことおよび酸化油の場合は 8% であつた複合体の脂肪含量が 2% 以下に減少することから，amino-carbonyl 反応によつて複合体を形成するのではなく，水素結合によつて反応が行なわれると主張した。著者の実験結果では Table 5 で示した如く複合体形成によるカルボニルの減少は不飽和カルボニルで顕著であるからラウリルアルデハイドとアルブミンとの複合体形成が大でなかつたことから amino-carbonyl 反応を否定するのは妥当

ではない。不飽和脂質の酸化最終生産物は多量のアルデハイドを含有し，特に揮発性物質がほとんどアルデハイドであることはすでに示した[8]。これ等のアルデハイドが蛋白質と反応して褐色の含窒素複合体を生ずることは当然考えられる。乾燥ミルクや乾燥卵の褐変化現象および水産物の油焼は総て不飽和脂質の酸化によつて促進される amino-carbonyl 反応であることは知られている。これと同じ反応が酸化魚油と菌体蛋白質との懸濁液系である培養基中で起きない理由はみあたらない。Table 5 に示した反応後におけるカルボニル価の減少は明らかにカルボニルが複合体形成反応に関与していることを示すものである。酸化油と蛋白質との複合体形成反応に関してこのように NARAYAN 等が著者および TAPPEL と異なつた機構を提唱した一つの理由としては実験条件の相違を考慮に入れなければならない。著者は酸化油の抗菌作用機構を究明するために複合体形成を論じたのであるから反応温度は微生物の増殖温度を考慮して 37°C とした。この温度は偶々 TAPPEL の温度と同一であり，NARAYAN 等の反応温度 60°C と比較して非常に低温である。

要　　約

1. 酸化魚油と蛋白質との複合体形成反応について検討した。

2. 2% 卵蛋白質水溶液 20cc に対し 10cc の酸化イカ肝油メチルエステルを加え 37°C で 3 時間振盪後未反応の蛋白質および酸化油を除去して黄褐色の複合体を得たが，未酸化のイカ肝油メチルエステルでは複合体は得られなかつた。

3. 酸化魚油の複合体形成は蛋白質とが最も収量がよく，ペプトンとはこれに次ぎ，蛋白質の酸分解物であるアミノ酸混合体とは複合体を形成しなかつた。

4. 複合体形成後の未反応酸化イカ肝油メチルエステルの性状と反応前の性状の変化から酸化魚油中の反応基はカルボニル基と考えられる。

終稿に当り終始御懇篤な御指導を賜つた富安教授に謝意を表する。

文　　献

1) 豊水正道：本誌，**27**, 182 (1961).
2) FOLCH, J., ASCOLI, I., LEES, M., MEATH, J. A. and LC BARON, F. N.: J. Boil. Chem., **191**, 833 (1951).
3) 松尾　登：生化学，**29**, 773 (1958).
4) 野中順三九：本誌，**21**, 1250 (1956).
5) WITTING, L. A. and BATZER, O. F.: Food Research, **22**, 237 (1957).
6) TAPPEL, A. L.: Arch. Biochem. Biophys., **54**, 266 (1955).
7) NARAYAN, K. A. and KUMMEROW, F. A.: J. Am. Oil Chem. Soc., **35**, 52 (1958).
8) 豊水正道：本誌，**26**, 733 (1960).

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—VI.

酸化魚油の抗菌作用と複合体形成との関係

豊　水　正　道

日本水産学会誌
第二十七巻　第五号　別冊
昭和三十六年五月二十五日発行

Reprinted from Bulletin of
the Japanese Society of Scientific Fisheries
Vol. 27, No. 5, May 1961

酸化魚油の抗菌作用に関する研究—VI.
酸化魚油の抗菌作用と複合体形成との関係

豊 水 正 道

(1960 年 12 月 28 日受理)

STUDIES ON ANTIMICROBIAL ACTION OF OXIDIZED FISH OIL—VI
RELATION BETWEEN ANTIMICROBIAL ACTION AND COPOLYMERIZATION OF OXIDIZED OIL

Masamichi Toyomizu*

The relation between antimicrobial action and copolymerization of oxidized fish oils was studied.

The fact that the reversal action of nitrogenous substance on antimicrobial action of oxidized calamary oil methyl ester has a direct bearing on copolymer formation from them (Table 1), suggested that the antimicrobial action of oxidized fish oils was responsible for copolymerization of oxidized fish oils with protein. Both antimicrobial action and copolymerization of oxidized oils were accelerated by the primary oxidative product of oils, hydroperoxide (Table 2, 3), but hydroperoxide content in oxidized fish oils was not a limiting factor in the antimicrobial action. The most important reaction leading to copolymer formation from oxidized fish oils and protein seemed to involve a built-up film formation reaction which consists of a protein-lipid linkage and a lipid-lipid linkage.

Copolymerization of the antimicrobial fish oils with protein of the microbe cell wall would change the permeability of the cell wall. This effect can brought about either by blocking the entry of various nutrients into the cell or the diffusion of metabolites into the external environment, or by inactivating an enzymic system.

Kodicek 等[1] は細菌増殖抑制作用に要するリノール酸の最小有効量は菌体を単分子膜でとりまくのに必要なリノール酸量とほぼ同一であることから抗菌作用は不飽和酸が菌体を被う作用によると結論した。また Wilbur 等[2] は紫外線照射によるウニ，ミミズの卵発生抑制作用はこれ等卵中に含まれている不飽和脂質から酸化によつて生じた過酸化物が蛋白質と作用することによると推論した。著者は抗菌性酸化魚油が蛋白質と化学的に結合して黄褐色の複合体を形成することを明らかにしたので[3]，酸化油の抗菌作用機構はこの蛋白質との複合体形成反応による細胞表面の累積膜形成に基くと考えた。このように酸化魚油の抗菌作用が菌体蛋白質との結合に基くものであれば，酸化魚油に対し菌体蛋白質とよりも選択的に結合する物質はこの結合のために酸化魚油の抗菌作用を阻害するはずである。このような見地のもとに酸化魚油の抗菌作用に対する含窒素物の阻害作用と複合体形成作用との関連を追求したところ，蛋白質からアミノ酸に至る種々の分子形態の含窒素物の抗菌作用に対する阻害作用と複合体形成作用との間には明らかな関係が存在し，酸化魚油の抗菌作用は蛋白質である菌体との複合体形成作用に基くことを確めた。

酸化魚油の抗菌作用がヘキサン可溶性のカルボニルに基き，また酸化魚油と蛋白質との結合が amino-carbonyl 反応によつていることはすでに述べた。10 cc の合成培地で *Debaryomyces membranaefaciens* (*D. m.*) の増殖を agar streak 法で完全に抑制するのに要する酸化イカ肝油メチルエステル（ヘキサン可溶

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.)

性カルボニル含量 200 m. mol/kg) の量は 5 mg であるからヘキサン可溶性カルボニルの量にすると 10^{-6} mol である。ところがカルボニル類のみによる抗菌作用を調べた結果，酸化魚油の場合の 2～10倍量のカルボニル濃度を必要とした。このことから酸化魚油の抗菌作用にはカルボニルの外にも因子が存在することを知つたので，これについて追求した。その結果不飽和脂肪酸の酸化一次生産物である hydroperoxide も酸化魚油の蛋白質との複合体形成反応にも抗菌作用にも関与していることを知つた。

実験および結果

I. 酸化魚油の抗菌作用に対する含窒素物の阻害作用と複合体形成作用

酸化イカ肝油メチルエステルを 1～10 mg 添加した 10 cc の合成寒天培地に含窒素物として卵蛋白質，アルブミン酸分解物，カゼインソーダ，カゼイン酸分解物，ペプトンおよびグリシンを 10 mg 宛添加した時の *D. m.* の増殖状態を含窒素物無添加の対照と比較して阻害作用を調べたのが Table 1 である。この表で明らかなごとく酸化魚油と複合体を形成する含窒素物はいずれも酸化魚油の抗菌作用を阻害し，対照が 5mg で完全に増殖を抑制されているのに卵蛋白質を添加したものでは酸化油を 10 mg 添加しても増殖を示した。更にペプトンの阻害作用が特に強かつた以外は複合体形成作用と抗菌力阻害作用との間には明らかな関係が認められた。また複合体を形成しない低分子の蛋白分解アミノ酸混合物は阻害作用を全く示さなかつた。

Table 1. Growth of *Debaryomyces membranaefaciens* in the presence of nitrogenous substances in addition to the oxidized calamary oil methyl ester.

Oxidized calamary oil methyl ester (mg/10cc) \ Nitrogenous substances (10 mg/10 cc)	Egg protein	Albumin hydrolyzate	Sodium caseinate	Casein hydrolyzate	Peptone	Glycine	Control
1.0	##	#	##	#	##	#	#
2.5	#	+	#	+	#	+	+
5.0	#	−	#	−	#	−	−
7.5	+	−	+	−	+	−	−
10.0	±	−	−	−	+	−	−
Copolymer with oxidized calamary oil methyl ester (mg)	113	0	68	0	34	0	0

Normal growth, + Slight growth, ± Doubtful growth, − No growth.

II. 酸化魚油中のカルボニル区分の複合体形成作用と抗菌作用

酸化イカ肝油メチルエステルと卵蛋白質との複合体形成用が amino-carbonyl 反応に基くことはすでに述べた[3]。それ故酸化魚油中のカルボニルは当然卵蛋白質と複合体を形成するものと考えられる。酸化魚油中のカルボニルとしては先に著者[3]が分別した酸化イカ肝油メチルエステルのリグロイン－85% 酢酸可溶区分および蒸気蒸留物をそれぞれ 0.5 g, 0.1 g 用いて 20 cc の 2% 卵蛋白質水溶液と 3 時間振盪して 37°C で反応させたところ Table 2 に示したようにカルボニル区分だけでは反応系上に浮上した複合体の量はきわめて少量でカルボニル区分無添加の対照とほぼ同一であり，この外に少量のカルボニルとの反応生成分物が沈殿したに過ぎなかつた。次にこれ等にそれぞれ蒸留直後の未酸化のイカ肝油メチルエステルをも添加して反応させたところ複合体の形成はわずかに増加したが，その増加は顕著ではなかつた。酸化魚油中にはカルボニル以外に酸化の一次生成物である hydroperoxide が含まれていることは明らかである。それゆえ hydroperoxide を分解させないで hydroperoxide だけを可及的に集積する目的で 10 cc のイカ肝油メチルエステルを径 9 cm のシャーレに入れ 30°C の恒温器に 5 日間放置してイカ肝油メチルエステル hydroperoxide を調製した。このものの沃素価は 188.0 で過酸化物価は 20.5 であつた。これは 10 cc の合成寒

天培地に 50 mg 添加しても全く *D. m.* の増殖を抑制しなかつたし，また蛋白質とはほとんど複合体を形成しなかつた。これを酸化魚油中のカルボニル区分であるリグロイン－85%酢酸可溶性区分または蒸気蒸留物に添加して反応させると蛋白質との複合体形成は著しく増加した。(Table 2).

Table 2. Effect of hydroperoxide on copolymer formation from carbonyl fraction in oxidized calamary oil methyl ester and egg protein.

Added to 20cc of 2% egg protein soln.	Copolymer formed (mg)
0.5g of ligroin-85% acetic acid soluble fraction in oxidized calamary oil methyl ester	22
0.5g of ligroin-85% acetic acid soluble fraction + 10g of fresh calamary oil methyl ester	40
0.5g of ligroin-85% acetic acid soluble fraction + 10g of calamary oil methyl ester hydroperoxide	123
0.1g of steam distillate of oxidized calamary oil methyl ester	18
0.1g of steam distillate + 10g of fresh calamary oil methyl ester	33
0.1g of steam distillate + 10g of calamary oil methyl ester hydroperoxide	60
10g of fresh calamary oil methyl ester	17
10g of calamary oil methyl ester hydroperoxide	22
10g of oxidized calamary oil methyl ester	113
Control	20

このように hydroperoxide はカルボニルと蛋白質との複合体の形成に顕著な影響を与えているから，酸化魚油中のカルボニル区分の抗菌作用にも影響を与えるものと考えられるのでこの点について更に検討を行なつた。その結果は Table 3 に示したごとくリグロイン－85 % 酢酸可溶性区分および蒸気蒸留物の抗菌作用は未酸化イカ肝油メチルエステルの添加によつてはわずかしか抗菌作用は増強されなかつたがイカ肝油メチルエステル hydroperoxide の添加によつては著しく抗菌作用は増強された。すなわち酸化イカ肝油メ

Table 3. Effect of hydroperoxide on the growth of *Debaryomyces membranaefaciens* in the presence of various amounts of carbonyl fraction.

Added to medium \ Amount of carbonyl fraction (mg/10cc)	2.5	1.0	0.75	0.5	0.25
Ligroin-85% acetic acid soluble fraction of oxidized calamary oil methyl ester	−	−	±	++	++
Ligroin-85% acetic acid soluble fraction + 10mg of fresh calamary oil methyl ester	−	−	−	++	++
Ligroin-85% acetic acid soluble fraction + 10mg of calamary oil methyl ester hydroperoxide	−	−	−	−	−
Steam distillate of oxidized calamary oil methyl ester	−	±	±	++	++
Steam distillate + 10mg of fresh calamary oil methyl ester	−	−	±	++	++
Steam distillate + 10mg of calamary oil methyl ester hydroperoxide	−	−	−	−	−

チルエステルの抗菌作用がカルボニル価から計算される値よりも強力なのはこの hydroperoxide の存在のためである。

考　　察

脂質と蛋白質とが結合するときには脂質は配向性をもつてその親水基が Fig. 1 に示したように蛋白質と結合し脂質の疎水基は互に結合すると考えられている[4]。このような考え方は Dervichian[5] によつても提唱され，蛋白質と脂質との結合には蛋白質—脂質の結合の外に脂質—脂質の結合が存在することが想像されていた。長鎖炭素分子をもつたグリセライドまたは脂肪酸の親水基が直接蛋白質と結合している場合には長炭素鎖の有機性が強いのでこの種の結合はきわめて不安定であろうから，このようなものは溶媒抽出のようなゆるやかな処理で分解されてしまうと考えられる。安定な強い結合をするためには蛋白質と直接結合する分子は有機性の大きくない比較的短い炭素鎖分子であることが必要である。しかしこの分子のみが蛋白質と結合する場合は Narayan 等[6] が指摘したラウリルアルデハイドとアルブミンとの結合の場合のように生成物中の脂質含量はきわめて低い値を示す。著者の実験結果ではこのような生成物は遠心分離により浮上する複合体としては分離されず，沈殿物としてわずかに分離されたにすぎない(Table 2)。これに反して安定な複合体を形成するためには蛋白質と結合した疎水基に更に脂質が結合していわゆる累積膜を形成する必要がある。このためには蛋白質と結合する分子の炭素鎖が短かすぎると蛋白質との結合は強固であつても脂質との結合には有機性が弱すぎて安定に結合しないから適当な炭素数を有する必要があり，この点で先に酸化イカ肝油メチルエステルから分離，同定した炭素数 10 前後の不飽和カルボニルが適当であると考えられる。このような累積膜を形成するために蛋白質と結合した不飽和カルボニルと結合する脂質としては未酸化エステルよりも低温酸化したイカ肝油メチルエステル hydroperoxide が適していることは Table 2 に示した通りである。すなわち不飽和カルボニルは親水性の蛋白質と疎水性の酸化魚油との結合を媒介して安定な複合体の形成に役立つている。

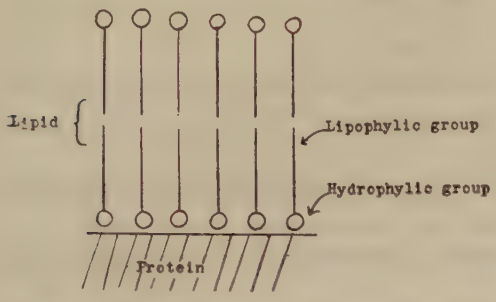


Fig. 1. Copolymerization of protein with lipid. (From T. Tachibana)

このようにして形成された累積膜が *D. m.* の増殖抑制に関与していることはカルボニル区分の抗菌作用がそれ自身単独では抗菌作用を示さない hydroperoxide の添加によつて著しく増強されたことを示している Table 3 の結果から明らかである。金田等[7]，松尾[8] は酸化不飽和脂肪酸メチルエステルの毒性の本態は hydroperoxide であると主張し，hydroperoxide が過酸化水素と同様な作用を直接生体に与えることにより毒作用を呈し，その作用は過酸化物価に比例すると述べている。酸化魚油の抗菌作用がヘキサン可溶性のカルボニル価に比例し，過酸化物価には無関係であることは著者がすでにしばしば指摘したところである。また Narayan 等[6] も酸化油の過酸化物価と複合体形成とは全く無関係であると報告している。これ等から考察すると酸化魚油の累積膜の形成に関与する hydroperoxide すなわち酸化魚油のカルボニルの抗菌作用を増強するに要する hydroperoxide の量は酸化により生成される hydroperoxide に比して小量であるから hydroperoxide は抗菌作用の制限因子とはならず，カルボニルのみが制限因子となつていると考えられる。

卵蛋白質およびカゼインソーダの酸化魚油抗菌作用に対する阻害作用と酸化魚油との複合体形成作用との間には密接な関係が成立した。また酸化魚油と複合体を形成しない低分子のアミノ酸混合物は全く抗菌作用を阻害しなかつた。(Table 1). これ等の事実は酸化魚油の抗菌作用が菌体蛋白質との結合に基いていることを示している。ただペプトンは複合体の形成作用が大きくないにもかかわらず阻害作用が大きかつた。ペ

プトンと酸化魚油中のカルボニルは結合しているがペプトンの分子が蛋白質程大でないので酸化魚油との累積膜の形成が蛋白質における程顕著でない。それゆえ定量された複合体は小量であつたがカルボニルはペプトンとの結合で不活性化されたので抗菌作用の阻害は大であると考えるのが妥当であろう。

このようにして起る酸化魚油と菌体蛋白質との複合体形成は微生物の細胞膜の浸透性に変化を与え栄養物の摂取を妨げるとともに代謝生産物の菌体外への排出を妨げ正常な代謝を不能にすること，または蛋白質である酵素系に作用して酵素作用を不活性化にすること等によつて抗菌作用を示すのであろう。

要　　約

1. 酸化魚油の抗菌作用と複合体形成反応との関係について検討した。

2. 酸化イカ肝油メチルエステルの抗菌作用に対する含窒素物の阻害作用と複合体形成作用との間には明らかな関係が存在したので，酸化魚油の抗菌作用機構は酸化魚油と蛋白質との複合体形成作用によることを確めた。

3. 酸化イカ肝油メチルエステルの中のカルボニル区分の抗菌作用も複合体形成作用も酸化魚油中の酸化一次生成物である hydroperoxide によつて増強された。

4. 酸化魚油と蛋白質との複合体形成反応は蛋白質—脂質結合と脂質—脂質結合の2種の結合をもつた累積膜形成反応と思われる。

終稿に当り終始御懇篤な御指導を賜つた富安教授に深謝の意を表する。

文　　献

1) KODICEK, E., and WORDEN, A. N.: Biochem. J., **39**, 78 (1945).
2) WILBUR, K. M., WOLFSON, N., KENASTON, C., OTTOLENGHI, A., GAULDEN, M., and BERNHEIM, F.: Ept. Cell Research, **13**, 503 (1957).
3) 豊水正道，日水誌，**26**, 721 (1960), **27**, 323 (1961).
4) 立花大郎，脂質化学（共立社）**1**, p. 389 (1958).
5) DERVICHIAN, D. G.: Disc. Faraday Soc., **6**, 7 (1949).
6) NARAYAN, K. A., and KUMMEROW, F. A.: J. Am. Oil Chem. Soc., **35**, 52 (1958)
7) 金田尚志，東海区水産研究所研究報告，No. **12**, 1 (1955).
8) 松尾　登，化学の領域，**11**, 970 (1957).

油焼に対する細菌の影響

冨安行雄・豊水正道

(1961 年 7 月 19 日受理)

THE INFLUENCE OF BACTERIAL GROWTH ON DISCOLORATION OF OIL.

Yukio Tomiyasu and Masamichi Toyomizu*

Much attention has been given to discoloration of oil on fishery products, and it has been pointed out that the reaction between carbonyls in oxidized oil and volatile basic nitrogenous substances resulted in discoloration of oil.

Present paper is concerned with the influence of bacterial growth on discoloration of oil. The authors found that discoloration is promoted by the bacterial growth, and differences in its intensity are observed according to the species of bacteria, among which those of *Vibrio*, *Micrococcus* and *Bacillus* are the most active. In this case, the intensity of discoloration is proportional not to volatile basic nitrogen contents but to peroxide value. Moreover, development of strong discoloration by autoxidation of oil under a sterile condition after longer period than after the periods under existence of bacteria shows that volatile basic nitrogenous substances produced by bacteria are not essential to discoloration of oil. It is therefore reasonable to conclude that discoloration of oil by bacteria is promoted not by production of volatile basic nitrogenous substances but by acceleration of oil oxidation.

脂質の酸化に基づく油焼は高度不飽和脂肪酸の含量が特に多い水産物ではしばしばおこる現象である。この油焼は塩乾魚でもまた冷凍魚でも細菌によつて侵かされ易い腹側の部分から始まるので，油焼には細菌の関与が考えられる。

野中[1]は油焼が脂質の酸化生成物であるカルボニルと蛋白質の分解物である揮発性塩基窒素物との反応に基づくと報告し，また，小幡等[2]は酸化魚油にアンモニアを通じると酸化魚油が急速に褐変すると述べている。

ところが著者の1人豊水[3]は新鮮な卵蛋白質でも 37°C，3時間の反応で酸化魚油と褐色の複合体を形成することを報告した。また冷凍多脂魚は鮮度がよく保たれていても油焼をおこすことは周知の事実である。これらのことから油焼には細菌の生成物である揮発性塩基窒素物を必らずしも必要としないようにも思われる。

このように考察すると，先づ細菌の増殖が油焼に関係があるか否かということ，もし細菌の増殖が油焼に影響を与えているならば，次にどのような機構によつて油焼を促進するかということが問題となる。これらの点を解明するために本研究を行なつた。

実験方法

細菌の培養：培地としてはブイヨン培地を用いようと試みたが，肉エキスは甚だしく着色し油焼の判定を困難ならしめるから，肉エキスの1部分を酵母エキスで置換した培地（ペプトン 10g，肉エキス 1g，酵母エキス 1g，食塩 5g，水道水 1000cc，pH 7.0）を用いた。0.25g のイカ肝油メチルエステル (b.p. 160°～230°C/2.5mm，沃素価 194.9，ケン化価 179.9，過酸化物価 0.12) と 0.1g の span 80 との混合物を 10cc

* 九州大学農学部水産化学教室 (Fish. Chem. Lab., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan).

の上記寒天培地に添加し，シャーレに注入して平板培地をつくつた。無菌水に懸濁させた菌液をこれに劃線培養して，30°C，5日後に油焼の判定と過酸化物価の測定とを行なつた。揮発性塩基窒素および酸化還元電位の測定のためには，10cc の上記液体培地にメチルエステルと span 80 とを添加した後に菌を接種し，30°C，5日間培養した。

油焼の判定：シャーレの裏から肉眼観察によつて判定を行ない，油焼のないものは −，疑わしいものは ±，さらに油焼の程度に応じて ＋ から ＃＃ までの符号で表わした。

揮発性塩基窒素の定量：培地を三塩化酢酸で除蛋白した後，水蒸気蒸留をする富山法[4] によつて 10cc の液体培地中の揮発性塩基窒素量 (mg) を測定した。

酸化還元電位の測定：ガラス電極を用いて pH を測定し，飽和甘汞電極を用いて Eh を測定し，この両者から rH を算出した。

過酸化物価の定量：寒天培地に 15g のセライトを加え，乳鉢中でよく混和して脱水した後，ホモヂナイザーを用いて 50cc のクロロホルムで脂質を抽出してから沪過し，沪液に 60cc の氷酢酸を添加した。次いで Wheeler 法によつて 10cc の寒天培地中の脂質が遊離する沃素に相当する $\frac{N}{100}Na_2S_2O_3$ の量 (cc) を測定した。

実験結果

供試菌は悪変水産製品中に普通に存在する菌株で Table 1 に示してある。無菌のものは5日後でも油焼を全くおこさないが，菌を接種したものは総て油焼の惹起を示している Table 1 の結果から，細菌の増殖によつて油焼が促進されることは明らかである。細菌による油焼の促進は菌株によつて差異があり，*Vibrio*, *Micrococcus* および *Bacillus* に属するものは促進作用が比較的に強い。無菌のものは6日後に初めて油焼をおこし ± となるが，菌を接種したものでは6日以上経過すると，油焼が次第に甚だしくなり菌株による差異が不明瞭となるので，総ての測定は 30°C，5日培養後に行なつた。

Table 1. Influence of bacterial growth on discoloration of oil.

No.	Days	1	2	3	4	5
31	*Vibrio aquatilis*	−	−	+	＃	＃
33	*Micrococcus perflavus*	−	±	+	＃	＃
34	〃 *subflavus*	−	±	＃	＃	＃
35	〃 *subcitreus*	−	±	+	＃	＃
36	〃 *conglomeratus*	−	−	±	+	＃
37	〃 *freudenreichii*	−	±	＃	＃	＃
38	〃 *epidermidis*	−	−	−	±	±
39	*Streptococcus liquefaciens*	−	−	+	＃	＃
40	*Proteus vulgaris*	−	±	+	+	+
42	*Flavobacterium marinum*	−	−	−	+	+
43	*Bacillus cereus*	−	−	±	+	+
44	〃 *pumilus*	−	−	+	＃	＃
47	〃 *subtilis*	−	−	±	＃	＃
48	*Escherichia coli*	−	−	−	±	±
C	Control	−	−	−	−	−

Intensity of discoloration of oil: −not detectable, ±; doubtful, +; just detectable, ＃; moderate, ＃＃; strong.

細菌の生産する揮発性塩基窒素量と油焼との関係は Fig. 1 に示したように，揮発性塩基窒素量の少ないものでも油焼は ＃＃ のものもあり，揮発性塩基窒素量の多いものでも油

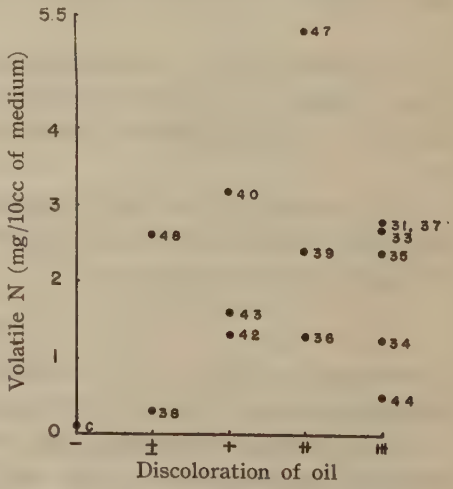


Fig. 1. Relation between discoloration of oil and volatile basic nitrogen.

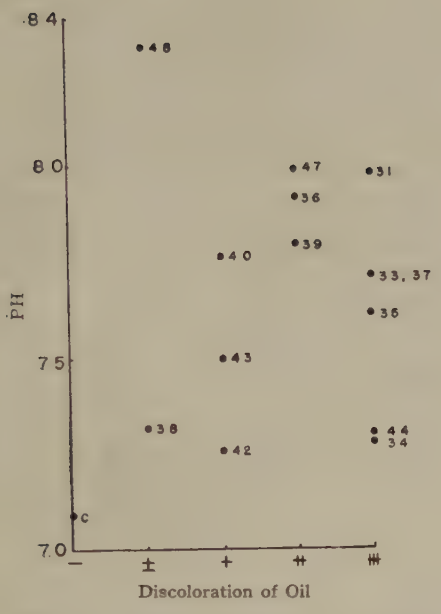


Fig. 2. Relation between discoloration of oil and pH.

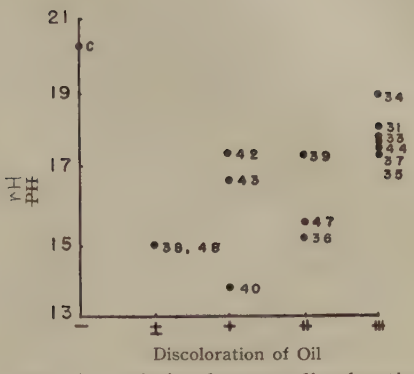


Fig. 3. Relation between discoloration of oil and rH.

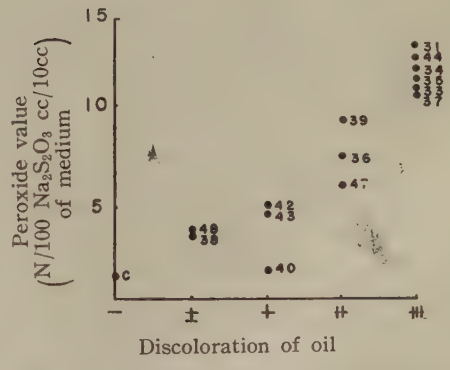


Fig. 4. Relation between discoloration of oil and peroxide value.

焼は ± あるいは + のものもあつて，この両者の間には明らかな関係は認められない。また培地の pH と油焼との間にも Fig. 2 に示したようになんの関係もない。

培地の酸化還元電位は Fig. 3 に示したように細菌の増殖による還元作用のために低下し，その程度は菌株によつて異なり，油焼が ## であるものは酸化還元電位が高く，+ であるものは低い。次に油の酸化は細菌の増殖によつて促進され，Fig. 4 に示したように菌を接種したものは無菌のものよりも大きい過酸化物価を示し，過酸化物価の大きいものは油焼がすすみ，過酸化物価の小さいものでは油焼がすすんでおらず，過酸化物価と油焼との関係は酸化還元電位と油焼との関係よりも明らかで，*Proteus vulgaris* 以外では明らかな比例関係が成立している。

考　　察

細菌の増殖によつて油焼が促進されることは Fig. 1 から明らかであり，その機構は Fig. 4 から細菌による油の酸化促進に基づくと結論される。水産製造品中の油の酸化には YOUNATHAND 等[5] が畜産製品で指摘しているように筋肉中の色素の変化が関与する可能性もあるが，本研究のような *in vitro* の実験では寒天培地中の油の酸化は自動酸化と細菌による酸化とのみによつていると考えられる。油の酸化による過酸化物価と細菌の増殖による酸化還元電位の変化との関係は Fig. 5 に示したように *Flavobacterium marinum* および *Bacillus cereus* 以外ではほぼ比例関係であり，培地の酸化還元電位を低下させる作用の弱い細菌が油の酸化を促進させる作用が強いという結果が得られる。細菌による油の酸化は細菌の酵素によるものであろうが，前述の結果から細菌の環境に対する還元作用の強弱も関与していると考えられる。

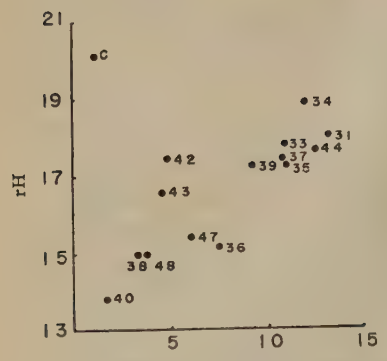


Fig. 5. Relation between peroxide value and rH.

細菌による揮発性塩基窒素の生産が油焼とは無関係であることは既に述べた。イカ肝油メチルエステルと，span 80とを添加した寒天培地を無菌的に30°Cに放置したところ，菌を接種した場合と比べて緩慢ではあるが，油焼は徐々に進行し，11日には ## となり，15日には ### となる。これらの状態における過酸化物価はそれぞれ11.1，15.7で，菌を接種した場合よりもやや大きな値を示しているが，細菌の生産する揮発性塩基窒素が存在しなくても日数を経過すれば油焼は菌を接種した場合と同程度まで進行することは明らかである。

摘　　要

1. 油の酸化に基づく油焼に対する細菌の影響を検討した。

2. 油焼は細菌の増殖によつて促進される。この促進作用は菌種によつて異なり，*Vibrio*, *Micrococcus* および *Bacillus* に属するものはその作用が強い。

3. 油焼が細菌の増殖によつて促進されるのは細菌による油の酸化に基づくもので，油焼には必ずしも揮発性塩基窒素を必要としない。

文　　献

1) 野中順三九：日水誌，**21**，1250 (1956).
2) 小幡弥太郎・星　勝之助・松野宏一：日水誌，**15**，412 (1949).
3) 豊水正道：日水誌，**27**，323 (1961).
4) 富山哲夫・井出克己・秋山　勉：日水誌，**17**，191 (1952).
5) YOUNATHAND, M. T. and WATTS, B. M.: Food Research, **24**, 728 (1959).

Fishery Research Laboratory

THE PELAGIC COPEPODS OF THE IZU REGION, MIDDLE JAPAN SYSTEMATIC ACCOUNT VII[1)]

FAMILY SCOLECITHRICIDAE (PART 1)

Otohiko TANAKA

Fisheries Department, Faculty of Agriculture, Kyushu University

With 21 Text-figures

Family SCOLECITHRICIDAE

The family Scolecithricidae comprises, at present, nine genera, namely, they are *Scottcalanus* SARS, *Scolecocalanus* FARRAN, *Macandrewella* A. SCOTT, *Lophothrix* GIESBREGHT, *Scaphocalanus* SARS, *Scolecithrix* BRADY, *Scolecithricella* SARS, *Amallothrix* SARS and *Racovitzanus* GIESBRECHT.

In these genera the 1st maxilla has in general the following numbers of setae on the various parts, viz. 9 setae (sometimes 11 or 8) on the outer lobe, 9 setae (sometimes 8, 7, or 5) on the exopod, 7 setae (sometimes 10, 8, or 6) on the endopod, 5 (sometimes 4 or 3) setae on the 2nd basal joint, 4 setae (sometimes 3) on the 1st inner lobe, 2 setae on the 2nd inner lobe, and 12 (sometimes 13, 10, 9 or 8) setae on the 1st inner lobe. The 2nd maxilla is furnished with sensory appendages on the endopod, which are either all vermi-form or some of them bud-like. The 1st leg has 3-jointed exopod and unjointed endopod. The 1st joint of the exopod of the 1st leg has an outer edge spine in the following genera: *Scottcalanus*, *Macandrewella* and *Amallothrix*. But it is wanting in the remaining genera, with the exception of a species of *Scolecithricella*, *S. ovata* (FARRAN). The 2nd to 4th legs are spinulose on the posterior surface of the endopod and exopod. The 5th pair of legs of the female is sometimes wanting, but in most cases present, though it is simple in structure.

SARS (1925) created a genus *Amallothrix* which had been comprised in the genus *Scolecithricella*. Some authors have accepted the genus *Amallothrix*, some have rejected it on account of the difficulties met with in the discrimination of both genera using the characters of the 2nd maxilla and 5th legs given by SARS.

All of the genera except *Macandrewella* and *Scolecocalanus* were found in the

1) Part VI appeared in this journal, Vol. VIII, No. 1, pp. 85–135 (1960).

collection. In addition to the genera mentioned above a new genus *Undinothrix* will be proposed, which is very closely allied to *Lophothrix*.

Genus *Scottcalanus* G. O. SARS

Nine species of the genus *Scottcalanus* have been reported from the Malayan and Indian Seas: *Scottcalanus securifrons* (T. SCOTT), *S. helenae* (LUBBOCK), *S. persecans* (GIESBRECHT), *S. farrani* A. SCOTT, *S. setosus* A. SCOTT, *S. longispinus* A. SCOTT, *S. thomasi* A. SCOTT, *S. investigatoris* SEWELL, and *S. dauglishi* SEWELL. FARRAN recorded *S. longispinus* A. SCOTT, *S. sedatus* FARRAN, *S. australis* FARRAN from the Great Barrier Reef region. From the Arabian Sea SEWELL has recorded *S. dauglishi* SEWELL, *S. helenae* (LUBBOCK), *S. persecans* (GIESBRECHT), and *S. securifrons* (T. SCOTT). In the present collection I have found *S. securifrons*, *S. helenae*, *S. australis* and *S. rotundatus*. The last species appears to have been undescribed.

The typical species of the genus, *S. securifrons*, was first obtained by T. SCOTT in the plankton collected from the Gulf of Guinea. He described both female and male. But his male specimen really belongs to another species, *Undina helenae* LUBBOCK. In 1895 GIESBRECHT described a species closely related to *S. securifrons* under the name *S. persecans* by the male specimen taken from the Pacific Ocean. Since then a good deal of confusion have arisen in the identification of these two species, *S. helenae* and *S. persecans*. FARRAN (1908) described both female and male of a species of *Scottcalanus* believing to be identical with *S. persecans*. A. SCOTT described and figured *S. helenae* and *S. persecans* and several other species of *Scottcalanus* and concluded that the male of *persecans* described by FARRAN was not identical with *persecans* (GIESBRECHT) but identical with *helenae*, and the female of *persecans* required further verification as to its correctness of the identity with GIESBRECHT's species. WITH (1915) proposed a new name, *S. thorii*, to the Atlantic species of *S. persecans* which had been recorded by FARRAN from the Atlantic. SARS (1925) described and figured the female and male of *S. persecans* and concluded that *S. thorii* is a synonym of *S. persecans* GIESBRECHT. SEWELL (1929) is of opinion that *S. thorii* is identical with the form recorded by FARRAN under the name *persecans* from the Irish coast, but is different from *S. persecans* (GIESBRECHT), and SARS is erroneous in regarding *S. persecans* and *S. thorii* as synonymous. According to SEWELL (1947, 1929) *S. thorii* is identical with *S. helenae* (LUBBOCK) described and figured by A. SCOTT. I have found in my collection 22 male speciemens of *S. helenae*. My form agrees quite well with the description and figures of *S. helenae* given by A. SCOTT. He illustrated on the same plate (pl. XXVII) the male of *S. persecans* (GIESBRECHT). The main differences between these two males are in the shape of the rostrum and in the length of the endopod of the left 5th leg. The endopod of the left 5th leg is short and clumsy in *S. helenae*, whereas, it is longer and slender in *persecans*.

This long endopod is clearly illustrated also by ESTERLY (1905, p. 166, fig. 28, c). When comparing these figures of the 5th legs given by A. SCOTT and ESTERLY with those of *thorii* (WITH, 1915, pl. VIII, fig. 14, a, b) we find a similarity in the proportional lengths of the endopod of the left 5th leg. I think *S. thorii* is, so far as the male is concerned, a synonym of *S. persecans* (GIESBRECHT), and is not the synonym of *S. helenae* (LUBBOCK).

Scottcalanus securifrons (T. SCOTT)

(Fig. 106, a–e)

Scottcalanus securifrons, T. SCOTT, 1893, p.47 (female); A. SCOTT, 1909, p.104, pl. 25, figs. 1–9, pl. 28, figs. 1–9; WITH, 1915, p. 220, text-figs. 71–73; SARS, 1925, p. 160, pl. 45, figs. 1–8; FARRAN, 1926, p. 267; 1929, p. 251; TANAKA, 1937, p. 259, text-fig. 9, a–c; SEWELL, 1947, p. 143; BRODSKY, 1950, p. 242, text-fig. 152; *Scottcalanus* sp. BRODSKY, 1950, p. 243, text-fig. 153; *Scottcalanus securifrons*, WILSON, 1950, p. 340.

Female. Length, 4.29 mm: cephalothorax, 3.45 mm; abdomen, 0.75 mm. The head fused with the 1st thoracic segment. The 4th thoracic segment fused with the 5th. The head has a high median crest. The last thoracic segment produced posteriorly into triangular expansions with a sharp point at the apex. The distal lateral margin of the last thoracic segment not so outwardly curved as figured by A. SCOTT or by SARS. The rostrum bifurcate, with a very minute spine at the apex.

The abdomen 4-segmented. The proportional lengths of the segments and furca are as follows: 64 : 14 : 5 : 3 : 14 : 100. The genital segment swollen distally in dorsal aspect; the ventral surface of the segment swollen at the middle section; the distal ventral margin of the segment overlaps the following segment; the lateral distal margin of the segment is furnished with rows of spinules on either side, but absent on the distal dorsal and ventral surfaces. The distal margin of the 2nd and 3rd segments are furnished with denticles. The anal segment is very short, almost concealed beneath the preceding. The furcal rami about as long as wide, furnished with ordinary 4 setae and a small seta.

The 1st antenna extends to the distal margin of the furca. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14	15	16
	51	44	29	24	29	27	32	63	24	32	41	51	51	51	51
	17	18	19	20	21	22	23	24–25							
	49	51	51	49	49	46	49	46							

=1000 (left side).

The 2nd antenna has the exopod about 1.4 tiems as long as the endopod (61 : 43). In the mandible the exopod is longer than the endopod (15 : 12); the cutting blade has 8 teeth. The 1st maxilla has the following numbers of setae on the various

parts: 9 setae on the outer lobe; 8 setae on the exopod; 7 setae on the 2nd basal; 3 setae on the 3rd inner lobe; 2 setae on the 2nd inner lobe; 12 setae on the 1st inner lobe. The 2nd maxilla has on the endopod 2 small bud-like, and 6 long vermi-form filaments: the 5th lobe has a long spine, a ordinary seta, and 2 vermi-from filaments; the 4th, 3rd, and 2nd lobe has each 3 setae; the 1st lobe has 4 setae. The maxilliped has 3 sensory filaments, of which one is short and bud-like, on the 1st basal joint.

The 1st leg has 3-jointed exopod and 1-jointed endopod. The outer edge

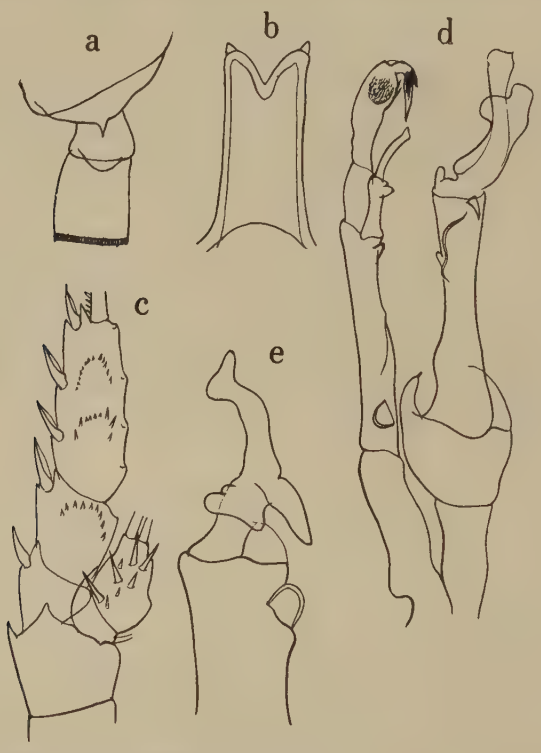


Fig. 106. *Scottcalanus securifrons* (T. Scott).
Male: a, last thoracic segment, lateral aspect; b, rostrum; c, 2nd leg, posterior aspect; d, 5th pair of legs; e, distal segments of right 5th leg.

spine of the joints of the exopod is fairly long. The distal outer margin of the 1st basal joint ends in a broadly rounded process. The 2nd leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. The 1st basal joint has a small spine on the outer margin about the middle of the joint. The 2nd basal joint has a sharp spine on the inner distal corner. The 2nd and 3rd joints of the exopod are furnished with coronas of spinules on the posterior surface. The 2nd joint of the endopod has several scattered long spinules on the posterior surface; the anterior surface of the 2nd joint of the endopod has 2 spinules along the mid-line of the joint.

The 3rd leg has 3-jointed exopod and endopod. The 2nd and 3rd joints of the endopod are furnished with spinules on the posterior as well as on the anterior surfaces The terminal spine of the exopod has 27 serrations. The 4th leg has no marginal spine on the 1st basal joint. The 2nd and 3rd joints of the endopod have each small spines on the anterior surface.

The 5th pair of legs asymmetrical. The subapical spine of the left leg is thicker than that of the right. The subapical spine has 2 rows of denticles which diminish in size distally. The apical spine is about 1/3 the length of the 2nd joint.

Male. Length, 4.81 mm : cephalothorax, 3.56 mm ; abdomen, 1.25 mm. General appearance as in the female. The last thoracic segment terminates one each side into a small spine at the apex (fig. a). The abomen 5-segmented ; the segments and furca are in the proportional lengths : 15 : 29 : 21 : 19 : 6 : 10 : 100. The 2nd to 4th segments are striated with fine teeth on the distal margin.

The 1st antenna extends to the distal end of the 3rd abdominal segment. The joints 8-9, joints 20-21 are fused on the left side. The mouth parts and swimming legs as those of the female.

The 5th pair of legs (fig. d, e) as figured by A. Scott, but the small teeth on the inner margin of the proximal joint of the endopod of the left leg were not observed in the present specimen.

Remarks. The female of *S. securifrons* is easily recognised by the shape of the last thoracic segment and the genital segment which partially overlaps the 2nd abdominal segment, and by the asymmetrical 5th pair of legs. Sars recorded the occurrence of *S. securifrons* from the Atlantic. His description is right, but his figure of the female 5th pair of legs appears to be different from those figured by A. Scott. Sars' specimen has 3-jointed 5th legs ; the distal joint has a very small spine at the base of the apical spine the subapical spine is symmetrical and bifid at the apex as is found in those of *S. australis* Farran. Brodsky's figure of *S. securifrons* is not his original one, but reproduced from Sars' (1925).

Occurrence. The species is very common in the deep waters of the Izu region.

Distribution. The species has a fairly wide distribution, and has been recorded from the Atlantic, Pacific, and Indian Oceans. Also recorded from the Malay Archipelago, Arabian Sea, Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R., and Izu region, the Pacific Coast of Middle Japan.

Scottcalanus helenae (Lubbock)

(Fig. 107, a-j)

Scottcalanus securifrons, T. Scott, 1894, p. 47, pl. 4 (male) ; *Undina helenae*, Giesbrecht und Schmell, 1898, p. 52 (male) ; *Scottcalanus helenae*, A. Scott, 1909, p. 111, pl. 27, figs. 1-9 (male) ; *Scottcalanus helenae*, Sewell, 1929, p. 188 ; 1947, p. 143 ; Wilson, 1950, p. 338, pl. 36, figs. 543-546.

Female. Length, 4.40 mm: cephalothorax, 3.50 mm; abdomen, 0.90 mm. The head fused with the 1st thoracic segment. The 4th thoracic segment incompletely separates from the 5th. The median crest of the head high (fig. a). The lateral corner of the last thoracic segment produced triangularly with a point at the

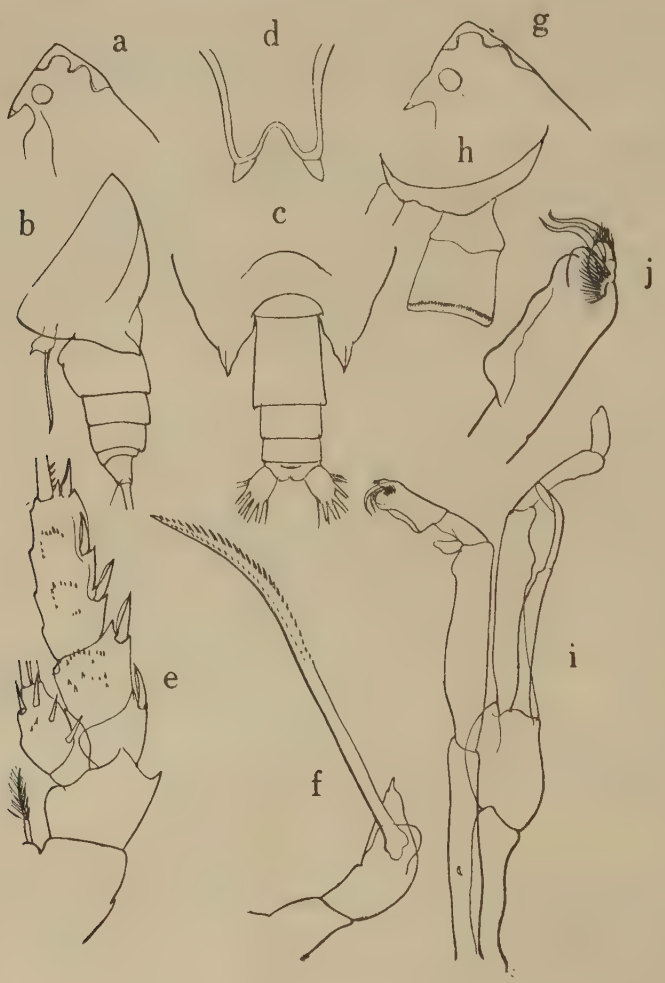


Fig. 107. *Scottcalanus helenae* (LUBBOCK).
Female: a, head, lateral aspect; b, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, dorsal aspect; d, rostrum; e, 2nd leg; f, 5th leg. Male: g, head, lateral aspect; h, last thoracic segment, lateral aspect; i, 5th pair of legs; j, distal joint of left 5th leg.

apex (fig. b). The length of the rostral spines is shorter than half the depth of the excavation (fig. d).

The abdomen 4-segmented; the segments and furca are in the proportional

lengths, 46 : 20 : 11 : 6 : 17 - 100. The genital gegment clyndrical in dorsal view, about 2 times as long as wide (fig. c) ; the ventral surface produced below with a process on the proximal part near the genital orifice when viewed from the lateral. The furcal rami about as long as wide (15 : 14).

The 1st antenna 24-jointed, extends to the distal margin of the anal segment ; the joints 8-9 are partially fused with the joint 10 ; the joints 24 and 25 are well separated. The 2nd antenna has the exopod 1.4 times as long as the endopod (37 : 26). The mandible, maxillae, and maxilliped as those of *S. securifrons* (T. Scott).

The swimming legs as those of *S. securifrons*. The terminal spine of the exopod of the 2nd to 4th legs have each 25, 26 and 27 teeth respectively.

The 5th pair of legs 2-jointed, reaches back to the distal margin of the 2nd abdominal segment. The 2nd joint swollen at the middle section. The subapical spine is about 3 times the length of the 2nd joint, and is furnished with two rather coarse spines. The basal part of the spine is swollen. The apical spine is short and fine, slightly curved outwardly (fig. f).

Male. Length, 4.5 mm : cephalothorax, 3.2 mm ; abdomen, 1.25 mm. The male resembles the female in appearance, but the last thoracic segment rather broadly rounded ; the ventral margin of the segment much inflated when viewed from the side (fig. g, h).

The abdomen 5-segmented ; the segments and furca are in the proportional lengths, 18 : 24 : 23 : 21 : 7 : 7 = 100. The distal margin of the 2nd to 4th segments are fringed with fine teeth.

The 1st antenna extends to the middle of the 4th abdominal segment. The mouth parts and the 1st to 4th swimming legs as those of the female. The serration on the terminal spine of the exopod of the 2nd to 4th legs are more in number than those of the corresponding legs of the female.

In the 5th pair of legs (fig. i) the endopod of the right leg is long and curved towards the exopod, reaching about to the middle of the 2nd joint of the exopod. The endopod of the left leg is short, about half the length of the 1st joint of the exopod of the same leg. The 2nd joint of the exopod of the left leg dilated much on the inner margin. The 3rd joint of the exopod is represented by two curved stout spines, a pad of stiff hairs, and a leaf-like lamellous process with serrations on the distal end (fig. i).

Remarks. The present female specimen resembles very closely *S. longispinus* A. Scott, but there are some minute points of difference in the form of the genital segment and in the length of the subapical spine of the 5th leg. *S. longispinus* described by Farran has the genital segment similar in form to the present specimen. The male specimen agrees well with the description and figures of *S. helenae* given by A. Scott. According to Farran (1936) the male of *S. longispinus* has the 5th thoracic segment with a small spine at its distal end, and the

rostral spine which differs from that of the female. WILSON's specimen of *S. helenae* appears to be identical with the present species. But his male specimen differs from the present male in having angularly pointed corner on the last thoracic segment.

Occurrence. 30 females accompanied with 22 males from the deep waters of the Izu region.

Distribution. The species is widely distributed in the Atlantic, Pacific and Indian Oceans. Also recorded from the Malayan region and from the Arabian Sea.

Scottcalanus australis FARRAN

(Fig. 108, a–f)

Scottcalanus australis, FARRAN, 1936, p. 101, text-fig. 13, a–e.

Female. Length, 3.90 mm: cephalothorax, 3.13 mm; abdomen, 0.77 mm; so the abdomen is contained 4.2 times in the length of the cephalothorax. The head is fused with the 1st thoracic segment, and so are the 4th with the 5th (fig. a).

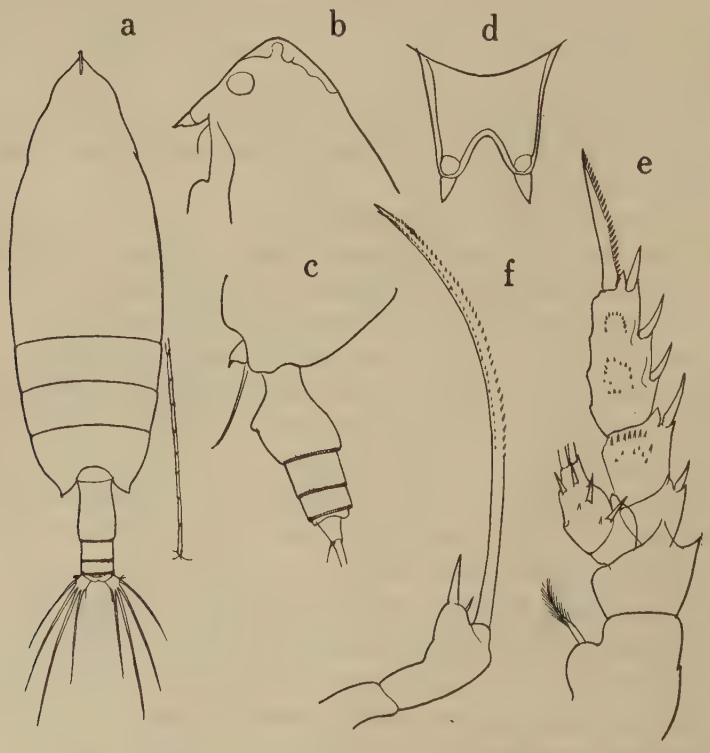


Fig. 108. *Scottcalanus autralis* FARRAN.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; d, rostrum; e, 2nd leg; f, 5th leg.

The head has a high median crest (fig. b). The lateral corner of the last thoracic segment narrowly rounded. (fig. c). The rostral spine is half the depth of the excavation. The spine is slightly notched on the posterior margin when viewed from the lateral (fig. d).

The abdomen 4 segmented; the segments and furca are in the proportional lengths, 48 : 17 : 13 : 10 : 12 100. The genital segment, when viewed from the side, produced ventrally into a small triangle at the genital orifice. The first three segments are fringed with fine teeth on the distal margin (fig. c).

The 1st antenna 24-jointed, extends to the distal margin of the anal segment.

The mouth parts and 1st to 4th legs are as those of the other members of the genus. The 2nd leg has 26 serrations on the teaminal spine of the exopod (fig. e).

The 5th pair of legs 2-jointed. The terminal joint has an apical spine which is about half as long as the distal joint, and a small spine at the base of the spical spine. The subapical spine is 4 times as long as the distal joint. The spine is bifid at the apex (fig. f).

Remarks. The specimen agrees quite well with the description and figures given by FARRAN. The 5th pair of legs of *S. securifrons* figured by SARS (pl. 45, fig. 5) resembles that of the present species in having a small spine at the base of the apical spine, and in the subapical spine which is furnished with denticles extending more than half the length of the spine.

Occurrence. 3 females from the depth 0–1000 m. in the Izu region, December 1938.

Distribution. The species has been recorded from the deep waters of the Great Barrier Reef of Australia. The occurrence of the species will indicate that the deep water of the Indo-Pacific has, in some extent, an intercommunication with the waters of the North Pacific.

Scottcalanus rotundatus sp. nov.

(Fig. 109, a–k)

Female. Length, 4.07 mm : cephalothorax, 3.8 mm ; abdomen, 0.69 mm ; so the abdomen is contained about 5 times in the length of the cephalothorax. The head is incompletely separates from the thoracic segment; so are the 4th from the 5th (fig. d). The head has no median crest; the frontal margin obtusely rounded when viewed from the lateral (fig. b). The lateral distal corner of the last thoracic segment trinagularly produced, and pointed at the apex (fig. c). The rostral spine is about as long as the depth of the excavation (fig. d).

The abdomen is composed of 4 segment; the segments and furca are in the proportional lengths : 46 : 20 : 14 : 5 : 51 = 100. The genital segment swollen below,

and slightly produced on the genital opening in lateral aspect; the lateral margins of the segment are slightly constricted at the distal 1/3 of the segment when viewed from the dorsal. The furcal rami about as long as wide. The first three

Fig. 109. *Scottcalanus rotundatus* sp. nov.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; d, rostrum; e, genital opening; f, 1st maxilla; g, 2nd leg; h, 3rd leg; i, 5th leg. Male: j, last throacic segment and abdomen, lateral aspect; k, distal joints of left 5th leg.

segments are striated on the distal margin as are observed in other members of the genus.

The 1st antenna 23-jointed, extends to the end of the furca. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	39	45	22	22	27	29	47	27	27	31	38	52	52
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25			
	52	52	52	54	54	52	52	49	54	61	=1000.		

The 2nd antenna has the exopod 1.3 times as long as the endopod. The other mouth parts as those of *S. helenae* (LUBBOCK) (fig. f).

The 1st leg has 3-jointed exopod; the outer edge spine of the 2nd joint of the exopod is equal in length to the 3rd joint itself. The 2nd leg has 3-jointed exopod and 2 jointed endopod; the terminal spine of the exopod has 23 serrations the spinulation of the posterior surface of the exopod and endopod as shown in the figure (fig. g). The 3rd (fig. h) and 4th legs have each 3-jointed exopod and endopod. The 4th leg is devoid of spinules on the posterior surface of the exopod and endopod.

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal joint bents inwardly at the proximal 1 3 of the joint. The subapical spine is about 4 times as long as the distal joint; the spine is coarsely serrated on the outer distal margin. The apical spine is very small (fig. i).

Male. Length, 4.8 mm: cephalothorax, 3.25; abdomen, 1.13 mm. The male has a general resemblance to the female. The lateral corner of the last thoracic segment narrowly rounded at the apical portion; the ventral margin of the segment much inflated.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths, 19:25:21:19:8:8=100. The 2nd to 4th segments are finely striated on the distal margin. The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna 20-jointed; the joints 8–13 are fused; the joints 24 and 25 are well separated. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12–13	14	15
	58	44	22	26	26	26	26	178	37	53
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	58	58	60	60	44	44	53	62	47	17=1000. (left side)

The joints 9 and 10, joints 12 and 13 are separated anteriorly. In the right antenna the joints 20 and 21 are fused.

The 2nd antenna has the exopod 1.5 times long as the endopod. The mandible has a robust 2nd basal joint and a narrow biting part. The maxillae and maxilliped as those of the female.

The 1st to 4th swimming legs as those of the female.

The 5th pair of legs resembles that of *S. helenae* (LUBBOCK). The endopod of the right leg is long, reaching the middle of the 2nd joint of the exopod of the same leg. The 1st joint of the exopod of the right leg has a small process

on the distal inner margin. The distal joint of the exopod of the left leg has a pad of stiff hairs and two strong curved spines (fig. j, k).

Remarks. SEWELL has described a species of *Scottcalanus* which has no median crest under the name *S. investigatoris*. The present male specimen differs from *S. investigatoris* in its small size and in having a small process on the 1st joint of the right 5th leg. The female specimen devoid of median crest has never been described before.

Occurrence. 13 females accompanied with 6 males from the depth 1000–0 m. in the Izu region, December 1937.

Genus *Lophothrix* GIESBRECHT

Tow species, *Lophothrix frontalis* GIESBRECHT and *L. quadrispinosa* WOLFENDEN have been reported from the Malay Archipelago and Indian Seas. FARRAN recorded the occurrence of *L. latipes* (T. SCOTT) from the Great Barrier Reef region. SEWELL (1947) has recorded from the Arabian Sea *L. frontalis*, *L. humilifrons*, and *L. quadrispinosa*. From the Pacific WILSON has recorded *L. frontalis*, *L. humilifrons*, *L. latipes*, and *L. sarsi* WILSON. BRODSKY (1950) has recorded the occurrence of *L. frontalis* and *L. laticeps* from the Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R. Up to the present time two species, *L. frontalis* and *L. humilifrons* have been recorded from the Izu region.

Lophothrix frontalis GIESBRECHT

(Fig. 110, a–j)

Lophothrix frontalis, GIESBRECHT, p. 1895, p. 254, pl. 2, figs. 1–5 and 9–12; A. SCOTT, 1909, p. 99, pl. 26, figs. 11–20, and pl. 29, figs. 1–10; WITH, 1915, p.211, figs. 66, 67 and pl. 7, fig. 7; SARS, 1925, p. 162, pl. 45, figs. 9–12, and pl. 46, figs. 1–7; SEWELL, 1929, p. 193, text-figs. 70–73; JESPERSEN, 1934, p. 87; SEWELL, 1947, p. 148, text-figs. 37, A–D, and 38, A–F; BRODSKY, 1950, p. 244, fig. 154; WILSON, 1950, p. 250.

Female. Length, 6.90 mm: cephalothorax, 5.56 mm; abdomen, 1.34 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 81 to 19. The head fused with the 1st thoracic segment, so are the 4th with the 5th. The head has a median crest (fig. a). The last thoracic segment narrowly rounded laterally (fig. b). The rostrum strongly bifurcate, with small point at the apex (fig. c).

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 37:20:17:9:17=100. The genital segment about as long as wide, slightly contracts proximally. The lateral margin of the segment carries a small tuft of hairs on the either side near the base when viewed from the lateral (fig. b). The first to 3rd segments are fringed with fine teeth on the distal border. The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna extends to the end of the abdomen. The joints 24 and 25 are well separated; the joint 24 is 1.87 times as long as the 25th. The mouth parts and swimming legs as described and figured by the previous authors (fig. d). But the spinulation on the posterior surface of the 2nd and 3rd legs seems to be variable, and differs even in the right and left legs of the same individual.

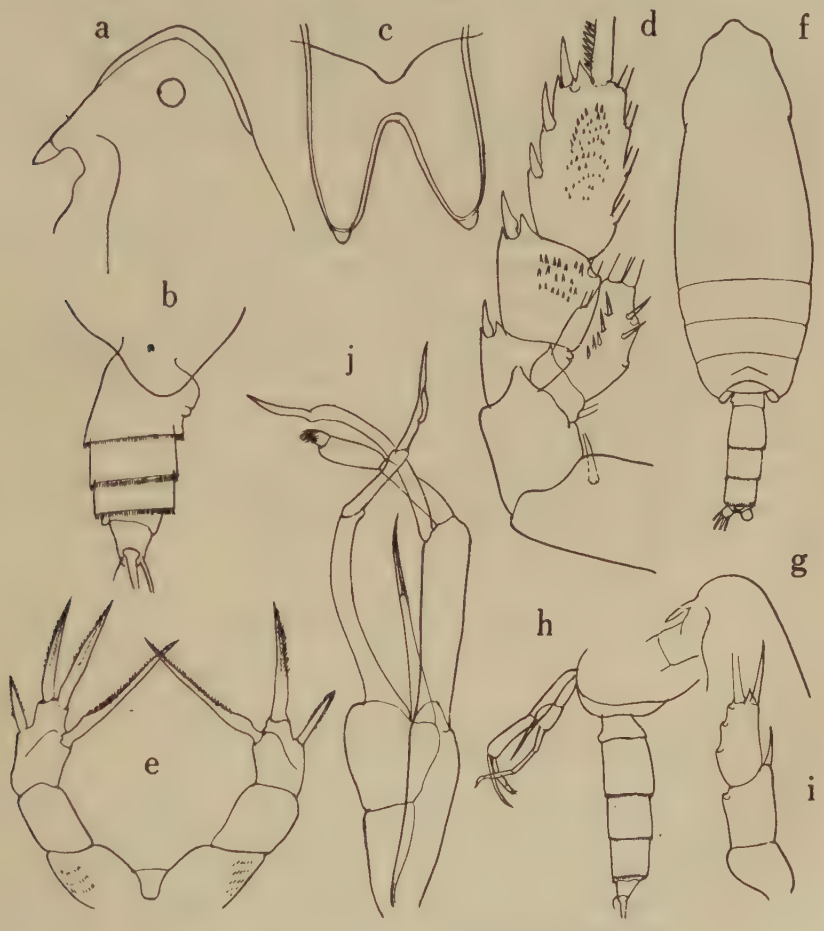


Fig. 110. *Lophothrix frontalis* GIESBRECHT.
Female: a, head, lateral aspect; b, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; c, rostrum; d, 2nd leg; e, 5th pair of legs. Male: f, dorsal aspect; g, head, lateral aspect: h, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; i, exopod of 1st leg; j, 5th pair of legs.

The 5th pair of legs 3-jointed, carries 3 spines on the distal joint. The 1st joint is furnished with rows of spinules on the posterior surface. An individual had and abnormal right 5th leg carrying 4 spines on the distal joint (fig. e).

Male. Length, 5.39mm: cephalothorax, 3.95mm; abdomen, 1.44mm. The head

has no median crest, but highly arched in front (fig. f, g). The rostrum consists of two fairly long spines. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths: 13:30:22:22:4:9=100.

The 1st antenna extends to the end of the 2nd abdominal segment. The joints 8 to 12 are fused; the joints 12 and 13 fused posteriorly. The 2nd antenna has the exopod slightly shorter than the endopod (27:29) The mandible has a robust 2nd basal joint. In the 1st maxilla the outer lobe is large and carries 9 setae; the exopod has 9 setae. The 2nd maxilla somewhat reduced. The 1st leg as in the female (fig. i).

The left 5th leg has a fairly long endopod, reaching the distal end of the 2nd basal joint of the right leg (fig. h, j).

Remarks. SEWELL (1929) has called attention to the presence of two size groups in the female of this species. His specimens of the large form measured 6.250 and 6.718 mm. The small from 5.033–5.330 mm, and 4.750–5.633 mm. According to SEWELL (1947) the difference between these two forms, apart from size, the is the presence in forma *minor* of a row of spines on the ventro-posterior surface of the 1st joint of the 1st antenna near the distal margin. My specimens from the Izu region measured 5.80–6.90 mm. These specimens have no row of spines on the 1st joint of the 1st antenna, and belong to form a *major* SEWELL.

Occurrence. The species is fairly common in the deep waters of the Izu region.

Distribution. The specimes has a wide distribution in the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans.

Lophothrix humilifrons SARS

(Fig. 111, a–f)

Lophothrix humilifrons, SARS, 1925, p.166, pl. 46, figs. 15–22; JESPERSEN, 1934, p. 87; SEWELL, 1947, p. 152, text-fig. 39, A; WILSON, 1950, p. 250, pl. 25, figs. 370–373.

Female. Length, 6.45 mm: cephalothorax, 5.20 mm; abdomen, 1.25 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 81 to 19. The cephalothorax elongate ovate. The head fused with the 1st thoracic segment, and the last two thoracic segments are fused (fig. a). The head has no median crest; the frontal margin obtusely rounded in lateral aspect (fig. b). The lateral distal corner of the last thoracic segment narrowly rounded (fig. c). The rostrum strong and bifurcate.

The abdomen 4-segmented; the segments and furca are in the proportional lengths, 39:18:14:18:11=100. The genital segment about as long as wide. The furcal rami longer than wide (20:18). The first 3 segments are fringed with fine teeth on the distal margin.

The 1st antenna 24-jointed, exceeds the distal end of the furca by terminal 1 joint; the joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9	10	11	12	13	14
	55	58	27	27	30	27	27	60	33	36	42	49	49
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	49	49	52	52	52	44	42	38	36	44	22=1000.		

The 2nd antenna has the exopod about as long as the endopod; the distal joint of the exopod is short. The other mouth organs and the swimming leg as those of *L. frontalis* GIESBRECHT (fig. d, e).

The 5th pair of legs 3-jointed, resembles that of *L. frontalis*. The 1st and 2nd joints are furnished coarsely with small spines on the anterior surface (fig. f).

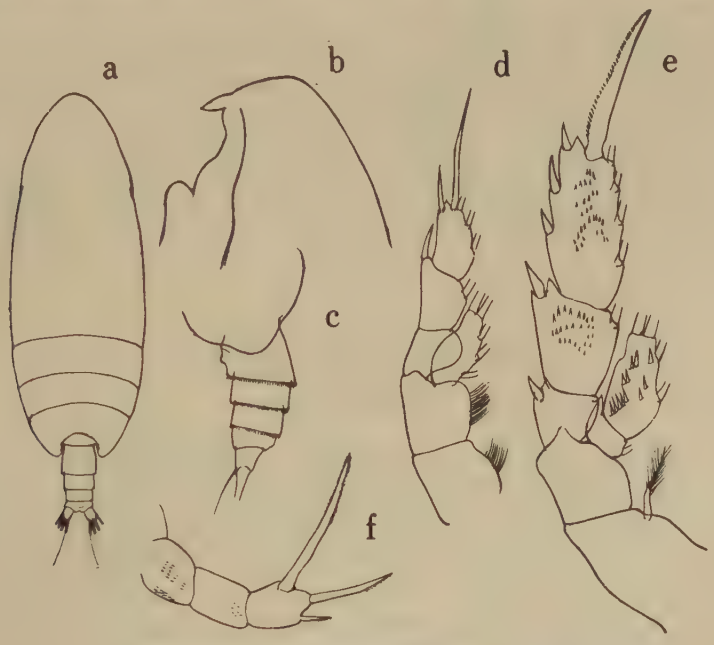


Fig. 111. *Lophothrix humilifrons* G. O. SARS.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; d, 1st leg; e, 2nd leg; f, 5th leg.

Occurrence. One female from the depth 1800–1000 m in Suruga Bay, April 1940.

Distribution. The species has been recorded from the temperate Atlantic near Azores by SARS, west Greenland waters by JESPERSEN, Arabian Sea by SEWELL, and from the Pacific near Philippine Islands by WILSON.

Genus *Undinothrix* gen. nov.

Description. Female. Cephalothorax oblong ovate. Head fused with the 1st thoracic segment. 4th and 5th thoracic segment incompletely separate. Lateral corner of the last thoracic segment produced into a triangular expansion. Rostrum

bifurcate, pointed at the apex, to which a filament-like spines are attached.

Abdomen 4-segmented. Furcal rami furnished with ordinary 4 setae and a short appendicular seta.

1st antenna 23-jointed; the joints 8-9, and 24-25 are fused. 2nd antenna with the exopod about as long as the endopod. Mandible has a slender endopod; biting part as usual. 1st maxilla has 5 setae on the exopod. 2nd maxilla as in *Lophothrix* Giesbrecht, with sensory appendages on the distal lobes. In maxilliped the 1st basal joint has a slender bud-like sensory appendage about the middle of the anterior margin; the proximal outer margin of the 2nd basal joint is rather coarsely serrated; the distal 2 joints of the endopod have each a well developed outer marginal seta.

1st leg has 3-jointed exopod and unjoined endopod; the joint of the exopod has no outer edge spine. 2nd leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopod and endopod. Posterior surface of the exopod and endopod of the 2nd to 4th legs are furnished with spinules.

5th pair of legs symmetrical, composed of 3 joints; the terminal joint is furnished with 3 spines, of which the apical two are very strong and coarsely denticulated.

Male unknown.

Undinothrix spinosa sp. nov.

(Fig. 112, a-o)

Female. Length, 2.14 mm: cephalothorax, 1.16 mm; abdomen, 0.98 mm. The cephalothroax oblong ovate. The head fused with the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are incompletely separated (fig. a). The frontal margin of the head broadly rounded in lateral aspect (fig. b). The last thoracic segment asymmetrical; the distal margin of the segment is more produced on the left side (fig. d, e). The lateral distal margins of the segment are outwardly curved when viewed from the dorsal. The abdomen 4-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths, 43 : 18 : 18 : 7 : 17 = 100. The genital segment swollen laterally about the middle. The ventral surface of the segment slightly concave at the genital area; the dorsal surface convex. The furcal rami longer than wide. The appendicular seta small.

The 1st antenna 23-jointed, extends to the distal end of the 2nd abdominal segment. The joints are broad in proportion to their lengths. The proportional lengths of the joints are as follows:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10	11	12	13	14
	51	51	22	23	28	28	31	60	32	32	37	41	42
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24-25			
	46	50	51	51	51	51	51	46	51	74	= 1000.		

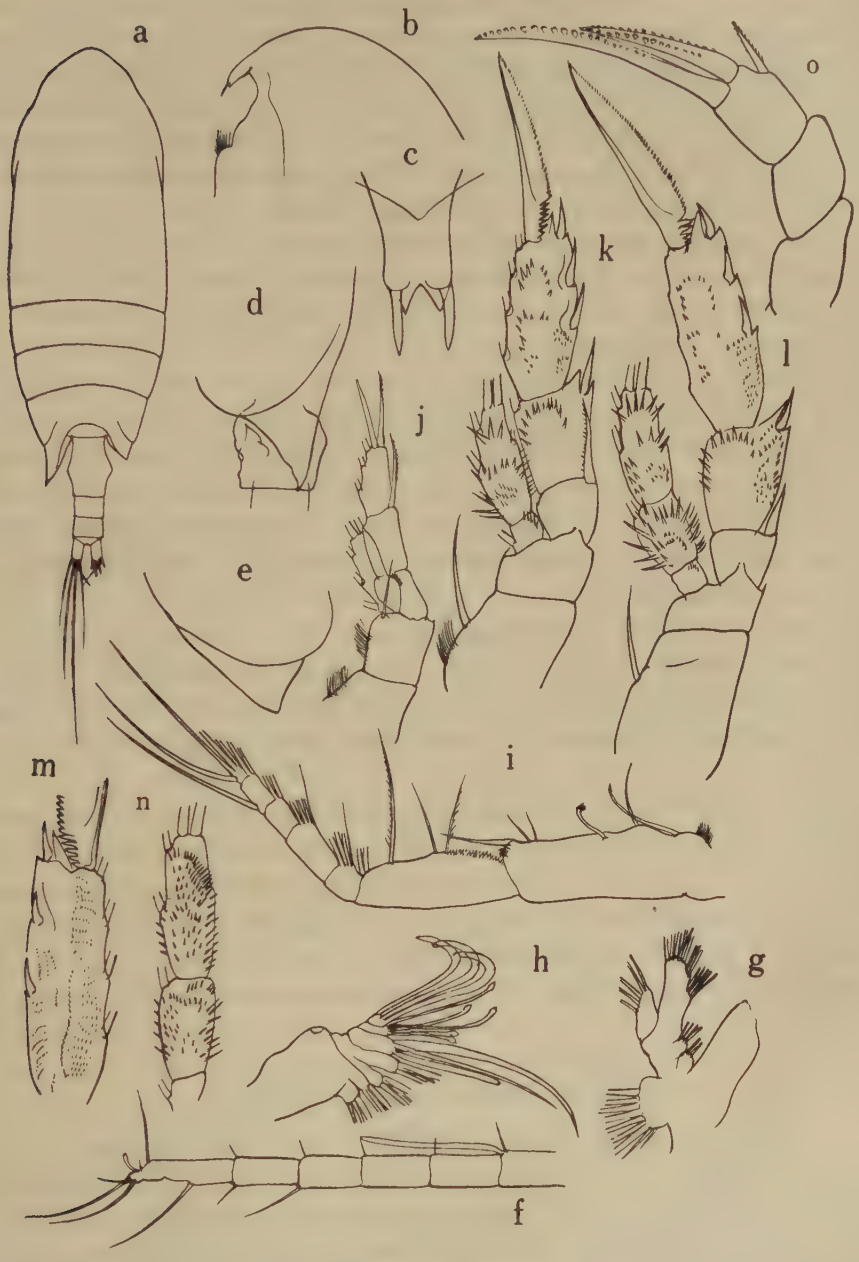


Fig. 112. *Undinothrix spinosa* sp. nov.

Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, rostrum; d, last thoracic segment left sides, lateral aspect; e, last thoracic segment, right side, lateral aspect f, distal joints of 1st antenna; g, 1st maxilla; h, 2nd maxilla; i, maxilliped; j, 1st leg; k, 2nd leg; l, 3rd leg; m, 3rd joint of 4th leg; n, endopod of 4th leg; o, 5th leg.

The 2nd antenna has the exopod about as long as the endopod. The mandible has a slender endopod. The 1st maxilla has 9 setae on the outer lobe, 5 setae on the exopod, 9 setae on the endopod, 5 setae on the 2nd basal joint (fig. g). The 2nd maxilla has 3 worm-like, and 5 small bub-like sensory filaments on the endopod (fig. h). The maxilliped is characteristic; the 2nd basal joint is coarsely dentate on the proximal anterior margin; the outer marginal setae on the 4th and 5th joints of the endopod are well developed (fig. i).

The 1st leg has 3-jointed exopod and 1-jointed endopod. The 1st joint of the exopod has no outer marginal spine; the outer marginal spines on the 2nd and 3rd joints of the exopod are slender and long (fig. j). The 2nd leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. The outer edge spine of the 1st joint of the exopod is long, and is furnished with fine spinules on the inner margin. The 2nd and 3rd joints of the exopod and the 1st and 2nd joints of the endopod are furnished with rows of spinules on the posterior surface. The terminal spine of the exopod has a characteristic arrangement of teeth as shown in the figure (fig. k). The 3rd and 4th legs have each a 3-jointed exopod and endopod. The posterior surface of the exopod and endopod of the 4th leg is more finely furnished with spinules (fig. l).

The 5th pair of legs symmetrical, 3-jointed. The joints are of about equal length. The terminal joint has 3 spines, of which the apical two are very strong and are furnished with denticles on the outer distal margin; the outer marginal spine is short and is furnished with small denticles on either side of the spine (fig. o).

Remarks. The present specimen has a general resemblance to the members of the genus *Lophothrix* Giesbrecht in the structure of the appendages but can be distingushed from them by the characteristic features of the rostrum, and by the strong terminal spines of the 5th pair of legs. It is also a character that the distal two joints of the 1st antenna are completely fused.

Occurrence. 7 females from the depth 1000–0 m in Sagami Bay, November 1937.

Genus *Scolecocalanus* Farran

The genus was created by Farran (1936) to accomodate the species closely allied to *Scottcalanus*. It is distinguished from the latter by the shape of the rostrum, the spinulation on the 2nd and 3rd joints of the exopod of the 4th leg, and the 1-jointed left 5th leg. Farran indicates that the genus has some affinities to the genus *Macandrewella* A. Scott in having a lenticular thickening at the base of the rostrum. Farran has described two species, *Scolecocalanus galeatus* and *S. lobatus* from the Great Barrier Reef Sea. Up to the present time I have failed to detect any of the species in my collection.

Genus *Macandrewella* A. Scott

A. Scott created the genus *Macandrewella* in 1909 and included *M. jonae* and *M. chelipes* (Giesbrecht) obtained from the Malay Archipelago. Sewell has described *M. chelipes* and *M. scotti* Sewell from the Indian Seas. Farran added three more species of the genus, *M. asymmetrica*, *M. sewelli*, and *M. mera* taken from the Great Barrier Reef Sea. Wilson has (1950) recorded *M. agassizi* Wilson, *M. chelipes*, and *M. sewelli* Farran from the Pacific Ocean. I have been unable to find any of the species from the Izu region.

Genus *Scaphocalanus* Sars

A. Scott has recorded the occurrence of *Scaphocalanus magnus* (T. Scott), *S. major* (T. Scott) and *S. elongatus* A. Scott from the Malay Archipelago. From the Indian Seas Sewell (1929) has detected four species *S. affinis* Sars, *S. elongatus*, *S. magnus*, and *S. medius* Sars, of which he referred the last one to *S. major* (T. Scott). Farran has recorded *S. echinatus* Farran from the Great Barrier Reef, and Sewell (1947) recorded *S. magnus* (T. Scott) from the Arabian Sea. From the Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R. Brodsky has recorded *S. magnus*, *S. affinis*, *S. medius*, *S. polaris* Brodsky, *S. brevicornis*, Sars, *S. subbrevicornis* Wolfenden, *S. insignis* Brodsky, *S. subelongatus* Brodsky, *S. minutus* Tanaka, *S. gracilicaudatus* Tanaka, *S. obscurus* (Esterly), and *S. similis* ?(T. Scott). Wilson (1950) has recorded the occurrence of *S. affinis*, *S. angulifrons* Sars, *S. brevicornis*, *S. echinatus*, *S. insolitus* Wilson, *S. magnus*, *S. medius*, *S. robustus* (T. Scott), *S. subbrevicornis* from the Pacific Ocean.

Up to the present time I have found the following 12 species: *S. magnus*, *S. affinis*, *S. elongatus*, *S. major*, *S. impar* (Wolfenden), *S. brevicornis*, *S. longifurca* (Giesbrecht), *S. subbrevicornis*, *S. echinatus*, *S. curtus* Farran, *S. minutus* Tanaka, and *S. gracilicaudatus* Tanaka. Among these *S. minutus* appears to be the male of *S. brevicornis* Sars, and *S. gracililicaudatus* to be the male of *S. subbrevicornis* Wolfenden. *S. impar* Wolfenden has been recorded only from the Antarctic, now it extended the geagraphical distribution to the North Pacific.

The species of the genus *Scaphocalanus* resemble each other so closely in general appearance and in the structure of the 5th pair of legs that it is very difficult to discriminate them. Moreover, the 5th legs of the female exhibit a considerable degree of variability in the porportional lengths and the number of spines on the distal joint. The 5th pair of legs is often furnished with abnormal endopod as illustrated by Vervoort (1957) in *S. brevicornis* Sars. I have detected the similar examples in my specimen of *S. affinis* Sars and *S. echinatus* Farran.

Scaphocalanus magnus (T. SCOTT)

(Fig. 113, a–i)

Amallophora magna, T. SCOTT, 1894, p. 55, pl. 4, figs. 5–9; *Scaphocalanus magnus*, A. SCOTT, 1909, p. 97; WITH, 1915, p. 189, pl. 7, figs. 8, a–d, pl. 8, figs. 6, a–g, text-fig. 58, a–k; FARRAN, 1926, p. 257; SEWELL, 1929, p. 207; JESPERSEN, 1934, p. 87; SEWELL, 1947, p. 144, text-fig. 35, a–i; WILSON, 1950, p. 328; BRODSKY, 1950, p. 247, fig. 156; VERVOORT, 1957, p. 111.

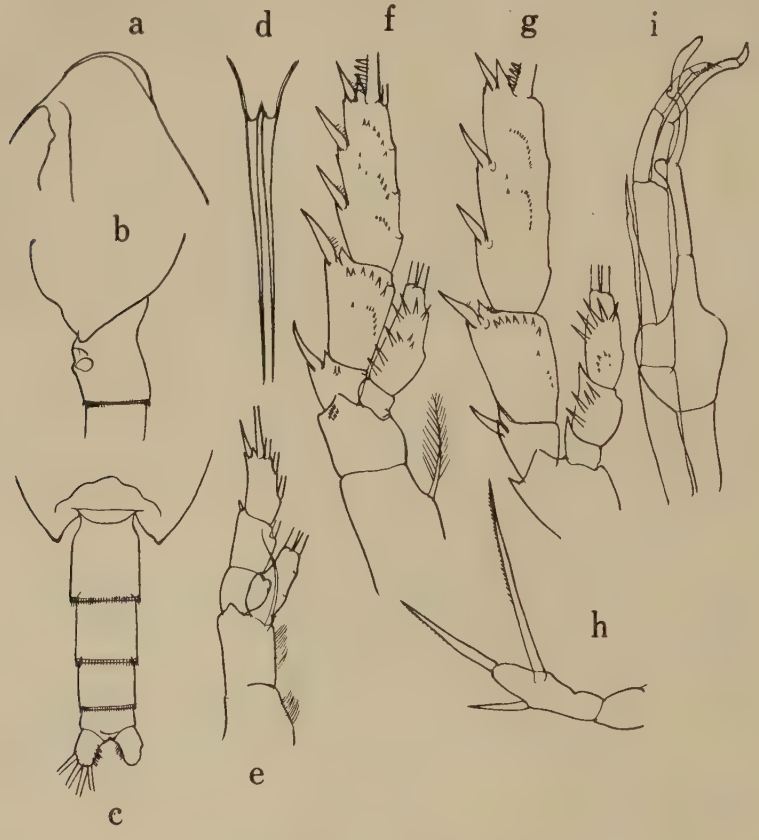


Fig. 113. *Scaphocalanus magnus* (T. SCOTT).
Female: a, head, lateral aspect; b, last thoracic segment, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, dorsal aspect; d, rostrum; e, 1st leg; f, 2nd leg; g, 3rd leg; h, 5th leg. Male: i, 5th pair of legs.

Female. Length, 4.39–4.85 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 77 to 23. The head has a median crest and is produced anteriorly, but not so highly arched (fig. a). The last thoracic segment produced triangularly and narrowly rounded at the apex (fig. b) According to WITH the lateral distal corner of the last thoracic segment are variable in shape. The rostral filaments long and slender (fig. d).

The abdomen 4-segmented. The segments and furca are in the following proportional lengths: 36:24:20:6:15=100. The genital segments not produced below on the ventral surface. The 1st to 3rd segments are fringed with fine teeth on the distal margin. The furcal rami 1.7 times as long as wide.

The 1st antenna extends to the distal margin of the genital segment; the 1st joint has a row of short hairs on the posterior distal margin as illustrated by SEWELL. The 2nd antenna has the endopod about 1.4 times as long as the exopod (72:53). The 2nd maxilla has 8 filaments on the diatal joints of which three are long and worm-like, and the remainings are bud-like.

The swimming legs are in the main feature as those figured by previous authors (fig. e). The 2nd leg has the outer edge spine on the 1st joint of the exopod, which extends to the middle of the outer margin of the 2nd joint of the exopod (fig. f); the posterior surface of the joints of the exopod and endopod are furnished with groups of spinules. The anterior surface of the joints of the exopod and endopod of the 2nd to 4th legs are furnished with patches of minute spinules.

In the 5th pair of legs the outer marginl spine reaches the distal margin of the joint. The terminal spine is about as long the 2nd joint. The inner marginal spine 2.5 times as long as the 2nd joint; the spine is furnished with fine spinules on the distal 2/3 of the spine (fig. h).

Male. Length, 4.65 mm: cephalothorax, 3.13 mm; abdomen, 1.52 mm. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 67 to 33. The frontal margin of the head obtusely rounded, and has no median crest. The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded.

The abdomen 5-segmented. The segments and furcal rami are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	13	33	21	24	2	7 =100.

The furcal rami about as long as wide.

The 1st antenna extends to the distal end of the last thoracic segment. The joints 8 to 12 and joints 24 and 25 are fused; the joints 20 and 21 are fused on the right side. The joints are in the following proportional lengths:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13	14
	72	90	43	29	32	29	29	150	26	26

	15	16	17	18	19	20	21	22	22	34–25
	32	43	43	43	43	38	40	58	67	67 =1000.

The 1st joint of the 1st antenna has a row of fine spinules on the posterior distal margin.

The 2nd antenna has the exopod about as long as the endopod. The mandible

palp is conspicuous; the exopod 2 times as long as the endopod. The 1st mixilla has 7+2 setae on the outer lobe, 7 setae on the exopod. The 2nd maxilla feeble.

The 1st to 4th swimming legs as in the female.

The 5th pair of legs reaches back to the distal margin of the 2nd abdominal segment. The endopod of the right leg extends a little beyond the distal margin of the 2nd basal joint of the left leg. The exopod of the left leg is about 4/5 the length of the endopod of the same leg. The endopod of the left leg 2-jointed, but there is a notch on the proximal 1/3 of the inner margin of the endopod (fig. i).

Remarks. Sizes hitherto been reported are as follows: GIESBRECHT, 4.50 mm; SARS, 5.0 mm; A. SCOTT, 4.5 mm; WOLFENDEN, 3.70–4.25 mm; WITH, 5.23 mm; SEWELL, 4.90 mm; VERVOORT, 3.90–4.75 mm. According to WOLFENDEN the specimens from the South Atlantic are smaller than those from the North Atlantic. SEWELL (1947) has called attention to the presence of two forms in the female specimens of *S. magnus* taken from the Arabian Sea. The large form measured 4.967 mm, and the small measured 3.550 mm. These forms differ in the proportions of the body segments and also in the proportional lengths of the segments of the 1st antenna. The present specimens, though much larger than SEWELL's specimen of forma *minor*, agree with forma *minor* in the proportional lengths of the abdominal segments and the 1st antenna. A specimen measuring 4.45 mm had the 1st antenna with the segments in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14
	80	80	212	21	27	24	26	70	14	27	37	43

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	43	50	51	53	50	48	54	54	59	54	=1000.

These figures agree with those of forma *minor* given by SEWELL. His measurements of the proportional lengths of the segments of the abdominal segments and furca are 33:24:20:8:15=100 in the forma *minor*, and 31:28:20:7:14=100 in the forma *major*. The present specimen comes near to forma *minor* in the proportional lengths of the abdominal segments and the 1st antenna. But the 2nd to 4th swimming legs have patches of very small spinules on the anterior surface of the 2nd basal segment. These patches of fine spinules are present also on the anterior surface of the 1st basal segment, although those of the 2nd leg are extraordinary fine. In the 5th pair of legs the specimen has a moderately long spine on the outer lateral margin of the terminal segment.

Distribution. The species has a wide distribution in the deep waters of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. The species has been recorded from the Malay Archipelago, Arabian Sea and Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R. VERVOORT has recorded the species from 45°S.

Occurrence. Eight females and one male from Suruga Bay, and one male from Sagami Bay in the hauls from deep waters, July, 1937.

Scaphocalanus affinis (G. O. Sars)

(Fig. 114, a–j)

Amallophora affinis, Sars, 1905, p. 21; *Amallophora gracilis*, Wolfenden, 1911, p. 265, fig. 39, a–c; *Scaphocalanus affinis*, Sars, 1925, p. 171, pl. 48, figs. 15–23; Farran, 1929, p. 248; Sewell, 1929, p. 205; Jespersen, 1934, p. 89, 131; Wilson, 1950, p. 324, pl. 17, figs. 220, 221, pl. 33, fig. 503; Brodsky, 1950, p. 249; Vervoort, 1957, p. 113, figs. 96, 100, 101.

Female. Length, 5.40 mm: cephalothorax, 4.08 mm; abdomen, 1.32 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 75 to 25. The forehead has a median crest. The frontal margin of the head broadly rounded

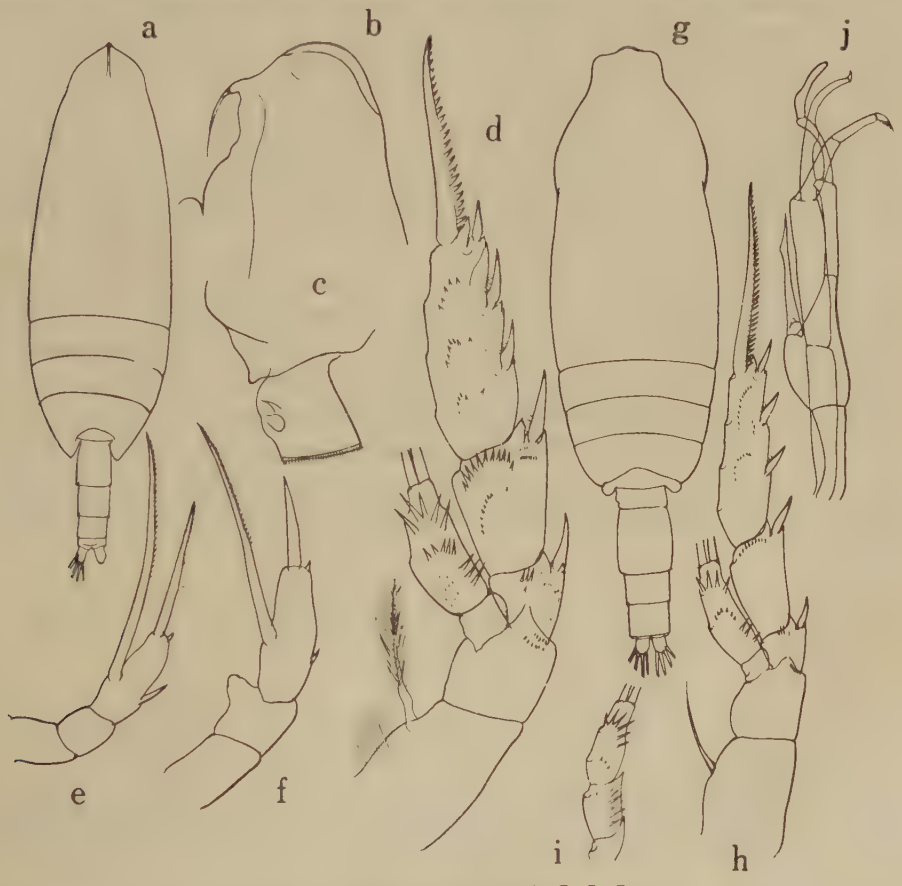


Fig. 114. *Scaphocalanus affinis* G. O. Sars.

Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment, lateral aspect; d, 2nd leg; e, 5th leg; f, 5th leg, other specimen. Male: g, dorsal aspect; h, 2nd leg; i, endopod of 3rd leg; j, 5th pair of legs.

in lateral aspect (fig. a, b). The last thoracic segment produced into triangular expansion which is bluntly pointed at the apex (fig. c). The shape of the apex of the last thoracic segment is variable as in *S. magnus*.

The abdomen 4-segmented. The proportional lengths of the segments and furca are as 34 : 24 : 21 : 6 : 15 = 100. The furcal rami 1.8 times as long as broad.

The 1st antenna broken off in the distal segments. The segments 1 to 16 are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14	15	16
	43	47	13	13	14	13	13	32	10	11	17	17	19	21.

The 2nd antenna has the endopod about 1.4 times as long as the exopod. The other mouth parts as in *S. magnus*.

The 2nd leg has an outer edge spine not reaching the middle of the outer margin of the 2nd segment of the exopod (fig. d). The patches of fine spinules are observed on the anterior surface of the 2nd basal joint of the 2nd to 4th legs.

The 5th pair of legs 3-jointed. The distal segment has four spines, of which two outer marginal ones are short. The inner marginal spine is about 2 times as long as the 3rd joint itself. The terminal spine is longer than the 3rd joint itself (fig. e).

A specimen measuring 5.30 mm had the 5th pair of legs whith a rudimentary endopod on the inner distal corner of the 2nd segment. Its apical spine was much shorter than the distal segment (fig. f). Another specimen measuring 4.81 mm had the 5th pair of legs which have a rudimentary endopod furnished with an apical spine. The specimen had the cephalothorax and abdomen in the proportional lengths as 77 to 23. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths, 38 : 23 : 18 : 5 : 15 = 100. The 1st antenna extends to the distal margin of the last thoracic segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14
	87	80	25	25	27	25	25	70	22	27	37	40

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	42	49	47	49	47	47	47	52	65	65	= 1000.

The 1st segment has a row fine spinules on the posterior distal margin. The mouth parts and swimming legs as in *S. affinis*. The specimen, though smaller in size than the specimen above described, is an example of *S. affinis* with abnormal 5th pair of legs.

Male. Length, 4.50 mm : cephalothorax, abdomen, 1.25 mm. The cephalothorax elongate ovate. The head contracts much in front (fig. g). The last thoracic segment broadly rounded in lateral aspect. The rostrum has two slender filaments.

The abbomen is contained 2.6 times in the length of the cephalothorax. The 2nd segment robust, 2 times as long as the 3rd.

The 1st antenna extends a little beyond the distal margin of the 3rd thoracic

segment. The right antenna is 19 jointed; the segment 8 to 12 are completely fused; the segments 12 and 13 are partially fused; the segments 20 and 21 are fused.

The mouth parts well developed except the 2nd maxilla which is soft-skined and bears only long filaments on the distal segment.

The 2nd leg had 36 teeth on the terminal spine of the exopod (fig. h).

The 5th pair of legs has a general resemblance to those of the other members of the genus. It extends to fhe distal margin of the 3rd abdominal segment. The endopod of the right leg is long, reaching the distal margin of the 2nd basal segment of the left leg; there is a small process on the proximal part of the endopod. In the left leg the endopod 2-jointed, and slightly longer than the exopod (fig. j).

Remarks. The present species closely resembles *S. magnus* (T. SCOTT) but can be distinguished from it by the following characters: the head is broadly rounded; the 5th leg 3-jointed; the distal segment has two small outer marginal spines, an apical, and an inner marginal spines. The present specimen is much larger in size than that reported by SARS which measured only 3.6 mm in the female. FARRAN's specimens from the Antarctic measured 5.05–5.10mm. VERVOORT's specimens from the Antarctic are 4.82–5.36 mm in the female and 4.73 mm in the male. *S. gracilis* WOLFENDEN is probably, as has been stated by SARS or FARRAN, identical with *S. affinis* (SARS). It differs from the latter only in the length of the terminal spine on the distal segment of the 5th leg in the female.

Occurrence. Four females and two males from the depth 1000 m to the surface.
Distribution. The species has a wide distribution in the deep waters of the Atlantic, Incian and Pacific Oceans. It has been recorded also from the Antarctic.

Scaphocalanus elongatus A. SCOTT

(Fig. 115, a–h)

Scaphocalanus elongatus, A. SCOTT, 1909, p. 98, pl. xxxii, figs. 10–16; SEWELL, 1929, p. 205, fig. 77, a–k; *Scaphlcalanus brevicornis*, BRODSKY, 1950, p. 252, fig. 160, ♂H5 (male).

Female. Length, 2.56–3.14 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abdomen are as 76 to 24. The frontal margin of the head evenly rounded. No median crest wast observed on the forehead (Fig. a) The last thoracic segment produced triangularly with a slight projection at the apex, which directs some what ventrally (fig. c).

The abdomen 4-jointed. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	31	21	20	8	20	=100.

The genital segment about as long as wide, not produced below, but concave at the genital area. There is a patch of fine hairs on the posterior periphery of the genital opening. The distal border of the segment is finely striated with teeth. The 2nd and 3rd segments are also striated on the distal border. The furcal rami 2.5 times as long as wide.

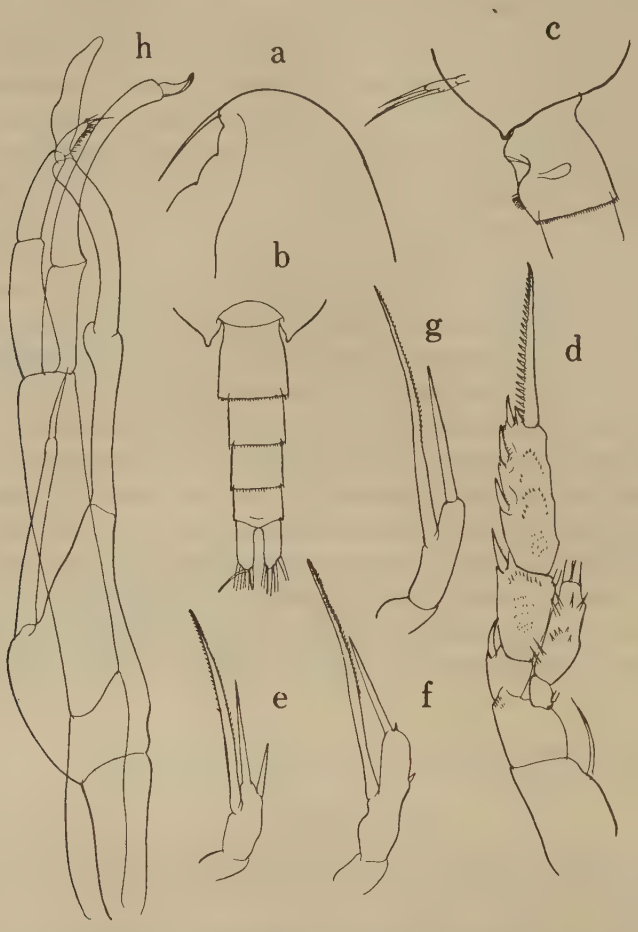


Fig. 115. *Scaphocalanus elongatus* A. SCOTT.
Female: a, head, lateral aspect; b, last thoracic segment and abdomen, dorsal aspect; c, last thoracic segment, lateral aspect; d, 2nd leg; e, 5th leg; f, 5th leg, other specimen; g, 5th leg, another specimen. Male: h, 5th pair of legs.

The 1st antenna broken off in the distal segments. The 1st segment has a row of fine spinules on the posterior distal border.

The 2nd antenna has the endopod 1.3 times as long as the exopod. The other mouth organs are as those of the foregoing species.

In the 2nd leg the terminal spine of the exopod had 21 teeth (fig. d). The

2nd basal segment of the 2nd to 4th legs is furnished with patches of fine spinules as in *S. magnus* and *S. affinis*.

The 5th pair of legs 2-jointed. The terminal segment bears 3 spines, one on each margin and one on the apex (fig. e). In some specimen the segment has only 2 spines, one on the inner margin and one on the apex (fig. g). The another speciemen hnd 4 spines of which two on the outer margin are very small (fig. f).

Male. Length, 2.55–2.86 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 63 to 37, or 64 to 36. The frontal margin of the head truncate in dorsal view. It is obtusely rounded in lateral view. The postero-lateral margin of the last thoracic segment rounded.

The abdomen is composed of 5 segments, has the following proportional lengths: 6 : 36 : 22 : 26 : 2 : 8 - 100. The 4th segments 2 times as long as it is wide at the proximal (28 : 14), and is slightly inflated towards the distal margin. The anal segment very short, concealed benath the foregoing when viewed from the dorsal. The furcal rami divergent, 1.5 times as long as wide.

The 1st antenna extends at least to the end of the 3rd thoracic segment. The left antenna 19-segmented. The segments 8 to 12, 13 and 14 are fused. The distal segments are missing in the specimen dissected. The segments have the following proportional lengths in 0.01 m.:

Joint	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13–14
	18	19	10	5	5	5	5	20	11

15	16	17	18	19	20	21	22	23		
5	8	9	8	8	6	7	9	10	= 1.000.	

The 1st segment has a row of spinules near the posterior distal margin.

In the 2nd leg the outer marginal spine of the 1st segment of the exopod is short and curved inwardly. The spine does not reach the middle of the outer margin of the next segment. The terminal spine of the exopod has about 50 serrations.

The 5th pair of legs reaches back to the distal margin of the 2nd abdominal segment. The endopod of the left leg 3-segmented. The inner margin of the endopod produced at the proximal 1/3 of the endopod where the 1st segment connects with the 2nd. The endopod of the right leg is slender and long, extending about to the distal end of the 2nd basal segment of the left leg (fig. h).

Remarks. It has been generally accepted that *S. elongatus* A. Scott, has a close resemblance to *S. affinis* Sars. Sars (1925) regarded *S. elongatus* as identical with his *affinis* which has a distinct median crest. Sewell (1929) in his description of *S. elongatus* remarks that the forhead bears a linear crest. In A. Scott's original description of the species he states that the forehead appears narrowly rounded, and it is faintly thickened in the middle line, which may indicate a

very weak crest, but the material was too limited to make certain. He shows no crest in his figure of the species. In the present specimens the foreheand has neither linear crest nor thickened part on the middle line. SEWELL has described and figured an example of an abnormal 5th pair of legs which has two spines on the terminal segment and a process on the inner margin of the segment. BRODSKY's male specimen of *S. brevicornis* has the endopod composed of three joints on the left leg, which agrees well with that found in the present male specimen. *S. brevicornis* has according to VERVOORT's figure 2-jointed endopod on the male left 5th leg (fig. 99, c).

Occurrence. 7 females and 2 males from deep water of Sagami Bay.

Distribution. The species has been recorded from the Malay Archipelago and Indian Seas.

Scaphocalanus major (T. SCOTT)

(Fig. 116, a-i)

Scolecithrix major, T. SCOTT, 1894, p. 52, pl. 3, 5; *Amallophora media*, SARS, 1907, p. 16; *Scaphocalanus major*, A. SCOTT, 1909, p. 97; *Scolecithrix gracilipes*, FARRAN, 1909, p. 52, pl. vi, figs. 1-4; *Scaphocalanus medius*, SARS, 1925, p. 173, pl. xlix, figs. 1-8; SEWELL, 1929, p. 208; BRODSKY, 1950, p. 250, fig. 158; WILSON, 1950, p. 328, figs. 515-517; *Scaphocalanus major*, VERVOORT, 1957, p. 110.

Female. Length, 2.66 mm. The proportional lengths of the cephalothorax and abomen are as 76 to 24. The cephalothorax elongate ovate, about 2.6 times as long as it is widest at the 1st thoracic segment. The frontal margin of the head narrowly rounded in dorsal view, and obtusely rounded when viewed from the lateral. The last thoracic segment obtusely triangular on the posterior distal corner, but not pointed at the apex (fig. a).

The abdomen is composed of 4 segments. The segments and furcal rami are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1-2	3	4	5	Furca	
	42	25	23	9	21	=100.

The genital segment slightly produced below. The ventral margin distal to the genital opening is furnished with hairs. The genital, 2nd, and 3rd segments are fringed with fine teeth on the distal margin. The furcal rami about 2 times as long as wide.

The 1st antenna broken off in the distal segments. The 1st segment is furnished with a row of spinules on the posterior distal margin.

The 2nd antenna has the endopod about 1.2 time as long as the exopod. The other mouth parts as those of the foregoing species.

In the 2nd leg (figs. b, b′) the outer marginal spine of the 1st segment of the exopod is slightly shorter than half the length of the 2nd segment of the exopod,

and curved inwardly. The terminal spine of the exopod has about 30 serrations. The 1st basal segment of the 2nd leg has a small patch of minute spinules on the posterior surface near the proximal inner margin. The anterior surface of the segment has also several patches of spinules. The 2nd basal segment is furnished with spinules both on the posterior and anterior surfaces. These patches

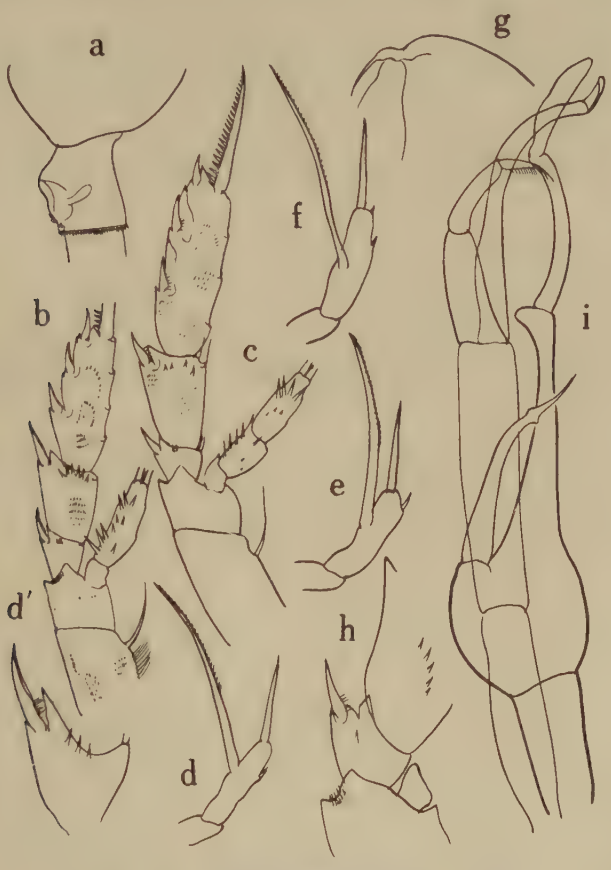


Fig. 116. *Scaphocalanus major* (T. Scott).
Famale: a, last thoracic segment, lateral aspect; b, 2nd leg; b′, 1st segment of exopod of 2nd leg (enlarged); c, 3rd leg; d, 5th leg; e, 5th leg, other specimen; f, 5th leg; another specimen. Male: g, head, lateral aspect; h, exopod of 2nd leg; i, 5th pair of legs.

of minute spinules on the basal segments are remarkable in the 3rd and 4th legs. The exopod and endopod of the 2nd to 4th legs are furnished with groups of spinules on the posterior surface, and with patches of minute spinules on the anterior surface. The 3rd leg has about 26 serrations on the terminal spine of the exopod (fig. c).

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal segment has 3 spines. The inner marginal spine is about 2 times as long as the terminal one, and is rather finely serrated on the outer border. The outer marginal spine is short, about 1/4 the length of the terminal spine, and arises distal to the line of origin of the inner marginal spine (fig. d, e, f).

Male. Length, 2.55–2.76 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional length as 65 to 35. The lateral margins of the head constricted much in front. The frontal margin of the head obliquely rounded when viewed from the lateral (fig. g). The 5th thoracic segment separates from the 4th; this is clearly seen from the side.

The abdomen 5-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	9	35	23	23	1	9	=100.

The furcal rami about 1.4 times as long as wide (15:11).

The 1st antenna 19-segmented; the segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13–14
	91	103	40	30	27	24	27	121	45

	15	16	17	18	19	20–21	22	23	24–25	
	30	48	45	51	51	76	42	73	76	=1.000.

In the 2nd leg the outer marginal spine on the 1st segment of the exopod is short, not reaching the middle of the outer margin of the following segment (fig. h). The 1st basal segment constricted laterally near the distal end. The outer margin is furnished with poor short hairs about the middle of the segment. The posterior surface of the exopod is furnished with groups of spinules, but they are poorer than those found in the female. The patches of minute spinules found in the anterior surface of the exopod and endopod of the female of the 2nd leg were not detected in the male. The terminal spine of the exopod has about 40 serrations.

The 5th pair of legs reaches back about to the distal end of the 2nd abdominal segment. The endopod of the left leg 2-jointed, and slightly inflated proximally (fig. i). In other respects the 5th pair of legs resemble those of the foregoing species.

Remarks. A. SCOTT in his description of *S. major* (T. SCOTT) states that the last thoracic segment, when viewed from the side, appears very narrowly rounded, but there is no indication of a point as in *S. magnus* (T. SCOTT) or *S. elongatus* A. SCOTT. In the original description of *S. major*, though T. SCOTT gives no account on the shape of the last thoracic segment, his figure shows

(pl. fig. 44) that the lateral corner of the last thoracic segment is obtusely rounded. In *S. medius* SARS the postero-lateral corner of the last thoracic segment is also obtusely rounded.

In the female 5th pair of legs of both *S. major* and *S. medius* the distal segment has 3 spines, of which the one on the outer margin is short, and arises near the face of the terminal spine. This outer marginal spine divides the outer margin of the segment in the proportions as 4 to 1 in SARS' *medius*. In an example measuring 2.67 mm has the 5th legs in which the outer marginal spine divides the outer margin of the segment in the same proportions as found in the SARS' *medius*. The 5th pair of legs of *S. major* has, as shown in T. SCOTT's figure (pl. 3, fig. 26), the outer marginal spine which is placed very near to the base of the terminal spine.

SEWELL (1929, 1947) has laid stress upon the presence of patches of minute spinules on the anterior surface of the 2nd basal segment of the 2nd to 4th legs. This feature is a common character found in the species belonging to the genus *Scaphocalanus*. The present specimen is identical with *S. medius* described by SEWELL. There is no essential differendes between *S. medins* and *S. major* in the structure of the swimming legs. *S. gracillipes* (FARRAN) appears to be identical with *S. major* (T. SCOTT). But FARRAN (1926) agreed with WITH (1915) in regarding *S. gracilipes* to be a synonym of *S. brevicornis* SARS, after he had found a specimen which had the 5th legs similar to the type figured by SARS.

Occurrence. 30 females and 10 males in the hauls from the depth 1000 m to the surface.

Distribution. The species is widely distributed in the deep waters of the Atlantic, Indian, and Pacific Oceans.

Scaphocalanus brevicornis SARS

(Fig. 117, a–h)

Scaphocalanus brevicornis, WITH, 1915, p. 192, pl. 8, fig. 7, text-fig. 59; FARRAN, 1926, p. 258; 1929, p. 248, fig. 15; *Scaphocalanus minuta*, TANAKA, 1937, p. 262, pl. xviii, figs. 1 11 (male); *Scaphocalanus brevicornis*, WILSON, 1950, p. 326, pl. 33, figs. 507–509; BRODSKY, 1950, p. 252, fig. 160; VERVOORT, 1951, p. 113, figs. 60, 61; 1957, p. 107, figs. 97–99; TANAKA, 1960, p. 42, pl. 18, figs. 1–6.

Female. Length, 2.44–2.66 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 76 to 24. The head fused with the 1st thoracic segment, and so are the 4th with the 5th. The cephalothorax elongate ovate (fig. a). The frontal margin of the head rather narrowly rounded in lateral view (fig. b). The lateral corner of the last thoracic segment obtusely rounded when viewed from the side (fig. c). The rostrum has an inflated base to which fairly long filaments are attached.

The abdomen 4-segmented. The segments and furca are in the following proportional lengths measured from the dorsal:

Segment	Abd. 1–2	3	5	5	Furca	
	34	21	19	10	16	=100.

The genital segment slightly produced below. The furcal rami 2 times as long as broad. The first 3 segments are fringed with fine teeth on the distal margin.

The 1st antenna 22-jointed, extends to the posterior margin of the last thoracic segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14
	71	100	33	29	29	25	29	67	21	21	33	37

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
42	50	50	50	46	42	46	46	58	18	=1.000.

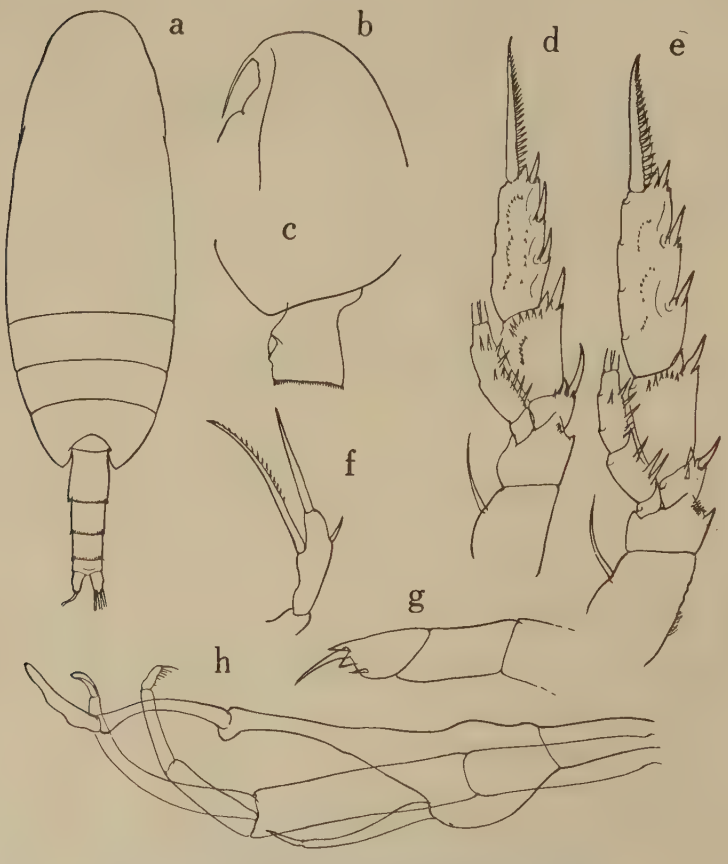


Fig. 117. *Scaphocalanus brevicornis* G. O. SARS.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment, lateral aspect; d, 2nd leg; e, 3rd leg; f, 5th leg. Male: g, 1st segment of exopod of 2nd leg; h, 5th pair of legs.

The 1st segment is furnished with a row of minute spine on the posterior distal margin. The segments 8, 12, 14, and 18 have each 2 setae; the segment 10 has a distal seta.

The 2nd antenna has the endopod 1.3 times as long as the exopod. The terminal segment of the 2nd maxilla have 3 long vermiform and 5 amalliform sensory filaments, of which 2 are larger; the setae on the 5th lobe are slender. The maxilliped has a row of fine spinules on the anterior proximal margin.

In the 2nd leg the outer marginal spine on the 1st segment of the exopod is long and curved, exceeding beyond the middle of the outer margin of the 2nd segment. The spinules of the posterior surface of the exopod and endopod as shown in the figure (fig. d). The terminal spine has 23–27 teeth. The 3rd leg has a group of spinules on the outer margin of the 1st basal segment (fig. e). The terminal spine of the exopod of the 3rd leg has 18–21 teeth. In the 4th leg the terminal spine of the exopod has 33 teeth.

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal segment has 3 spines. The inner marginal spine is about 1.5 times as long as the apical spine, and is rather coarsely denticulated on the distal outer margin; the number of teeth is about 17. The terminal spine is about as long as the segment itself. The outer marginal spine arises opposite to the inner marginal spine, and divides the outer margin of the segment in the proportions 3:1 (fig. f).

Male. Length, 2.15–2.99 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 64 to 36. The abdomen 5-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	6	37	20	24	5	8	=100.

The 1st antenna 20-jointed, extends to the end of the 3rd thoracic segment. The segments 20 and 21 are fused on the right side.

The 2nd leg has a fairly long outer marginal spine on the 1st segment of the exopod. The spine is slightly curved inwards (fig. g.).

The 5th pair of legs reaches the distal end of the 2nd abdominal segment. The left leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. The distal segment of the endopod is small and turned at the apical portion. The endopod of the right leg styletform, reaches about the distal end of the 2nd basal segment of the left leg (fig. h).

Remarks. The species resembles closely *S. major* (Scott), differing from it in having a long outer edge spine on the 1st segment of the exopod of the 2nd leg. Vervoort (1957) illustrated an abnormal 5th pair of legs of the female which had a rudimentary endopod. The male specimen described and figured by me under the name *S. minuta* is, as pointed out by Vervoort, is the male of *S. brevicornis* Sars.

Occurrence. 8 females and 4 males from the deep water of the Izu region.

Distribution. The species has been recorded from the deep waters of the North Atlantic, Bay of Biscay, Antarctic, Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R, and the Northwestern Pacific.

Scaphocalanus impar (WOLFENDEN)

(Fig. 118, a–d)

Amallophora impar, WOLFENDEN, 1911, p. 263, fig. 38.

Female. Length, 2.45 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 77 to 23. General appearance as in *S. brevicornis* SARS. The cephalothorax elongate ovate (fig. a). The last thoracic segment obtusely rounded in lateral aspect (fig. b).

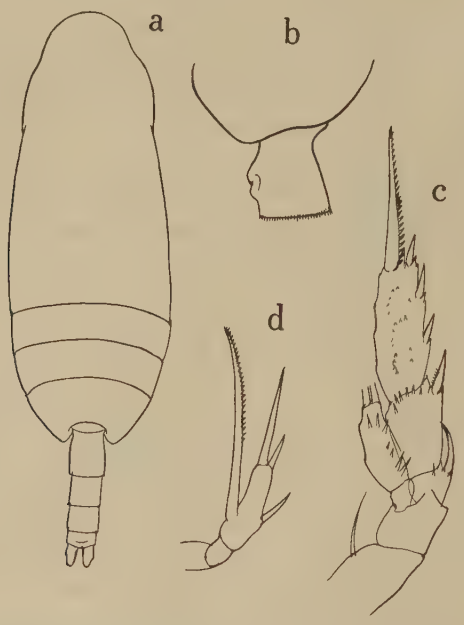


Fig. 118. *Scaphocalanus impar* (WOLFENDEN). Female: a, dorsal aspect; b, last thoracic segment, lateral aspect; c, 2nd leg; d, 5th leg.

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	35	21	18	15	12	=100.

The genital segment swollen slightly below. The furcal rami longer than wide (4:3).

In the 2nd leg the outer edge spine of the 1st segment of the exopod long and curved, reaching the middle of the outer margin of the 2nd segment; the terminal spine of the exopod has 23 teeth (fig. c)

The 5th pair of legs 3 jointed. The distal segment has 4 spines; the outer marginal spine arises opposite to the inner marginal spine, and is about 1/3 the length of the inner distal spine; the outer distal spine is about as long as the outer marginal spine; the inner marginal spine is about 2 times as long as the distal segment, and is rather coarsely serrated on the outer margin (fig. d).

Remarks. The species is closely allied to *S. brevicornis* SARS, but can be distinguished from the former by the armature on the 5th pair of legs. The present specimen has the 5th legs quite similar in structure to those figured by WOLFENDEN.

Occurrence. 2 females from deep water of Sagami Bay.

Distribution. The species has been recorded from the Antarctic.

Scaphocalanus subbrevicornis (WOLFENDEN)

(Fig. 119, a–k; fig. 120, a–f)

Amallophora subbrevicornis, WOLFENDEN, 1911, p. 262, fig. 37; *Scolecithrix glacialis*, WOLFENDEN, 1911, p. 251, fig. 30, (male); *Scaphocalanus subbrevicornis*, FARRAN, 1929, p. 249, fig. 16; *Scaphocalanus gracilicauda*, TANAKA, 1937, p. 262, figs. 12, a–f (male); ? *Scaphocalanus subbrevicornis*, WILSON, 1950, p. 331, pl. 34, fig. 518; *Scaphocalanus subbrevicornis*, VERVOORT, 1951, p. 116, figs. 62–64; BRODSKY, 1950, p. 253, fig. 161; TANAKA, 1953, p. 132; *Scaphocalanus macropes*, TANAKA, 1953, p. 132; *Scaphocalanus subbrevicornis*, VERVOORT, 1957, p. 110; TANAKA, 1960, p. 331, pl. 34, p. 43, pl. xix, figs. 1–8.

Female. Length, 1.95 2.03 mm. The cephalothorax and abdomen have the proportional lengths as 76 to 24. The cephalothorax elongate ovate (fig. a). The postero-lateral corner of the last thoracic segment obtusely triangular (fig. b). The rostal filament long and slender.

The abdominal segments and furca are in the following proportional length;

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	31	22	20	9	18	=100.

The genital segment about as long as wide, slightly swollen below. The furcal rami 2.5 times as long as wide.

The 1st antenna broken off in the distal segments. The 2nd antenna has the endopod about as long as the exopod (50:47). The other mouth parts as in *S. major* T. SCOTT.

In the 2nd leg the outer edge spine on the 1st segment of the exopod is short, about 1/3 the length of the outer margin of the 2nd segment of the exopod, and slightly curved inwards (fig. d, d′). The terminal spine of the exopod has about 24 teeth. No small triangular spines was observed on the posterior surface of the basal segments, but there are scattered small spines on the anterior surface of these segments.

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal segment is slender. The terminal spine is longer than the segment itself. The inner marginal spine is about 1.8 times as long as the segment, and rather finely toothed on the outher margin (fig. f). The number of teeth about 32. The other specimen had the 5th pair of legs furnished with two small spines on the outer margin, one at the base of

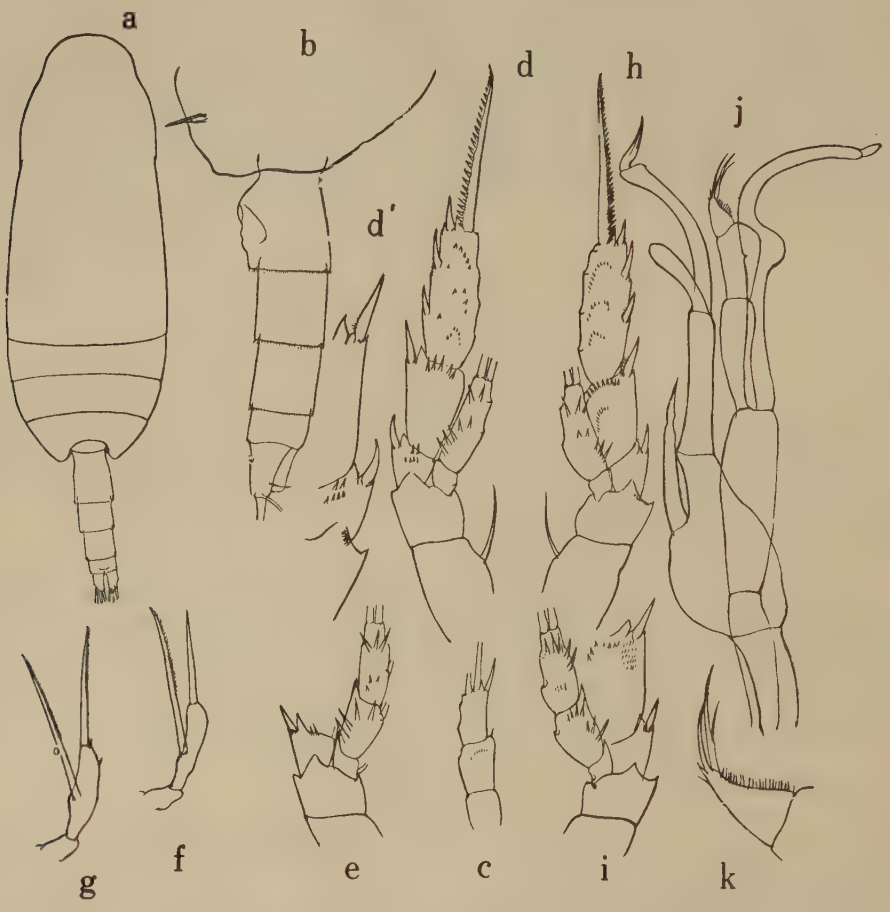


Fig. 119 *Scaphocalanus subbrevicornis* WOLFENDEN.
Female: a, dorsal aspect; b, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; c, exopod of 1st leg; *d*, 2nd leg; d', 1st and 2nd segments of exopod of 2nd leg (enlarged); e, 3rd leg; f, 5th leg; g, 5th leg, other specimen. Male: h, 2nd leg; i, 3rd leg; j, 5th pair of legs; k, distal segment of left 5th leg.

the terminal spine, and the other on the distal 1/4 of the outer margin (fig. g).

Male. Length, 1.65–1.80 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 68 to 32. The cephalothorax elongate ovate. The head fused with the 1st thoracic segment. The 4th and 5th thoracic segments are incompletely

separated. The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded. The rostral filament attenuates gradually into a fine point.

The abdomen 5-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	10	29	25	23	2	11	=100.

The 3rd abdominal segment is usually longer than the 4th.

The 1st antenna 20-jointed on the left side, 19-jointed on the right side, extends to the end of the 3rd abdominal segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11–12–13	14
	57	67	32	29	32	29	32	77	90	29

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	42	45	57	57	61	57	38	38	57	74	=1.000.

The 1st antenna measured 1.56 mm in total length.

The 2nd antenna has the exopod about as long as the endopod. The mandible has the exopod as long as the endopod. The 1st maxilla has 5 setae on the exopod, 7 long and 2 short setae on the outer lobe; the endopod and inner lobes are reduced. The 2nd maxilla reduced, has soft-skined filaments on the distal segments. The maxillipede as those of those of the other member of the genus.

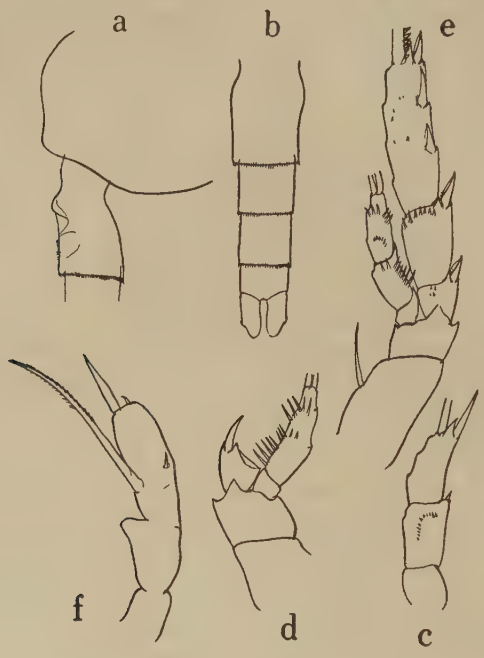
In the 2nd leg the outer edge spine on the 1st segment of the exopod is short and straight (fig. h). The terminal spine of the exopod has 34 teeth.

The 5th pair of legs extends to the distal margin of the 3rd abdominal segment. The right leg has a short endopod which extends slightly beyond the distal margin of the 2nd basal segment of the left leg. The 1st segment of the exopod has a fairly long process on the distal margin of the segment. The endopod of the left leg 1-jointed, but there is a slight notch on the middle of the outer margin where the segment swollen outwardly (fig. j). The distal segment of the exopod of the left leg as figured (fig. k).

Remarks. There has been a considerable confusion on the identification between two species, *S. subbrevicornis* WOLFENDEN and *S. longifurca* GIESBRECHT. These species resemble each other in general appearance and in the structure of the 5th pair of legs. According to WOLFENDEN (1911) the female 5th pair of legs are incompletely 3-jointed. The 3rd segment is 2 times as long as the 2nd. The terminal spine of the 3rd segment is about half as long as the inner marginal spine. In *S. longifurca* the inner marginal spine is according to GIESBRECHT's figure of the female 5th leg (pl. 37, fig. 16). 2.5 times as long as the terminal one. My specimen has the slender 5th leg which comes nearest to those illustrated by VERVOORT (1951). The specimen taken by the Japanese Antarctic

Research Expedition has the 5th leg quite similar in structure given by VERVOORT.

WOLFENDEN has not given any account on the 2nd leg of *S. subbrevicornis*. FARRAN (1929) states that the outer edge spine on the 1st segment of the exopod of the 2nd leg is shorter than that on the 2nd segment in both species. In *longifurca* it is described as "hakig" but it is straight or nearly so in *subbrevicornis*. FARRAN is of opinion that *subbrevicornis* and *longifurca* are identical. On comparing the description and figures of these two species given by WOLFENDEN and



39

Fig. 120. ? *Scaphocalanus subbrevicornis* WOLFENDEN. Female: a, last thoracic segment, lateral aspect; b, abdomen, dorsal aspect; c, exopod of 1st leg; d, 2nd leg; e, 3rd leg; f, 5th leg.

GIESBRECHT they differ so little from each other that it seems very likely to regard the both species as different. But there remains, as have been pointed out by FARRAN or VERVOORT, some differences between them in the structure of the 2nd antenna and 2nd leg. It seems better, at present, to keep the both species as distinct. WILSON (1950) has recorded the occurrence of *S. subbrevicornis* from the Hawaiian and Philippine Islands. VERVOORT believes that WILLSON's specimen is an example of *S. longifurca*. But WILSON's figure of the 5th pair of legs comes

near to those given by FARRAN (1929, fig. 16, b) except that inner marginal spine is shorter and the 2nd segment is furnished with a rudimentary endopod in WILSON's specimen. WILSON gives no account on the other characters in his description of the species. I have listed in 1953 a species under the name *Scaphocalanus macropes*. The specimen measured 1.92 and 2.30 mm respectively. These specimens have the 5th pair of legs similar in structure to those of *subbrevicornis* figured by FARRAN (1929), only differing from it in having a rudimentary endopod (Fig. 120, f). But there are some differences between them in the 2nd leg: the outer edge spine on the 1st segment of the exopod is short and slightly curved, but the small spines on the 2nd segment of the endopod are more in numbr in the present specimen (Fig. 120, d).

The male of *subbrevicornis* has been described and figured by VERVOORT (1951). *Scolecithrix glacialis* WOLFENDEN is, as suggested by VERVOORT, the male of *subbrevicornis*. I have in 1937 described a male of *Scaphocalanus* under the name *gracilicauda*. The specimen measured 1.75 mm in total length, and has the 5th pair of legs quite similar to that of *subbrevicornis* figured by VERVOORT.

Occurrence. 5 females and 4 males from the deep water of the Izu region.

Distribution. The species has been recorded from the Antarctic by WOLFENDEN, FARRAN, and VERVOORT. The species appears to have a fairly wide distribution also in the deep waters of the Pacific.

Scaphocalanus longifurca (GIESBRECHT)

(Fig. 121, a–g; fig. 122, a–e)

Scolecithrix longifurca, GIESBRECHT, 1892, p. 266, pl. 13, fig. 19, pl. 37, fig. 16; ? *Scaphocalanus insignis*, BRODSKY, 1950, p. 254, fig. 162; *Scaphocalanus tempolaris*, TANAKA, 1953, p. 132 (male); *Scaphocalanus glacialis*, TANAKA, 1953, p. 132 (male).

Female. Length, 1.48–1.67 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 78 to 22. General appearance as in *S. subbrevicornis* (WOLFENDEN). The lateral distal corner of the last thoracic segment triangularly produced, but narrowly rounded at the apex (fig. a).

The abdominal segment and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	37	20	17	9	18	=100.

The genital segment produced below. The furcal rami 2 times as long as wide.

The 1st antenna broken off in the distal segments in the specimen dissected.

The 2nd natenna has the endopod 1.25 times as long as the exopod. The other mouth appendages as those of the other members of the genus.

In the 2nd leg the outer edge spine of the 1st segment of the exopod is about half the length of the outer margin of the following segment, and curved (fig. b).

The terminal spine of the exopod has 24 teeth. The 3rd leg has the basal joints coarsely covered with small triangular spines one the anterior surface.

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal segment delated at the distal part. The terminal spine is rather short, about half the length of the distal segment. The inner marginal spine is about 3 times as long as the terminal one, and finely serrated one each side of the spine (fig. c).

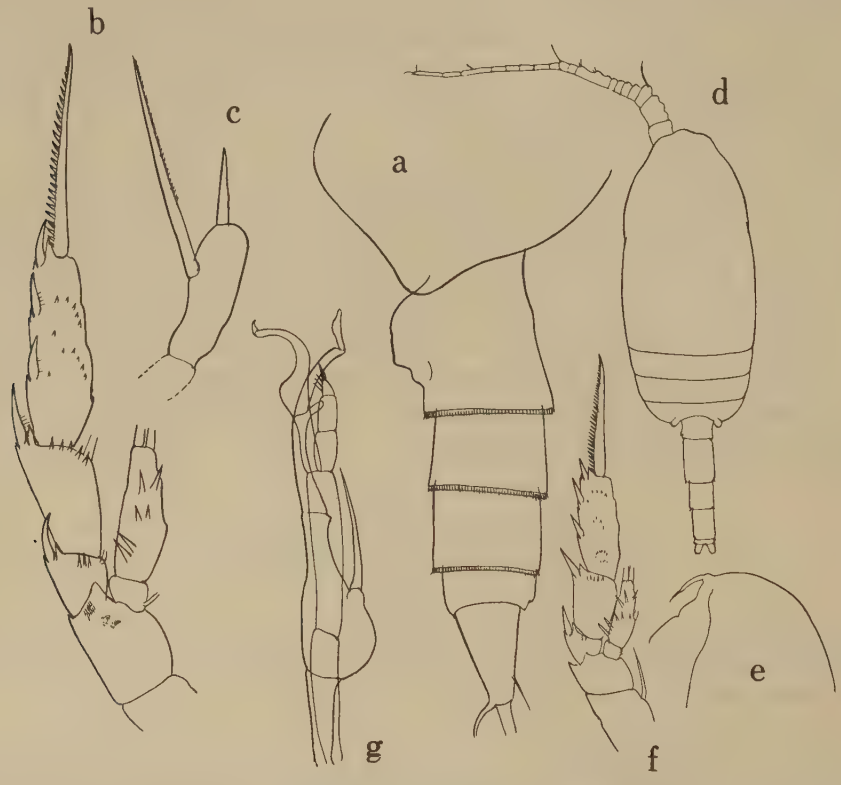


Fig. 121. *Scaphcocalanus longifurca* (GIESBRECHT).
Famale: a, last tharacic segment and abdomen, lateral aspect: b, 2nd leg: c, 5th leg. Male: d, dorsal aspect; f, e, head, lateral aspect; f, 2nd leg; g, 5th pair of legs.

Male. Length, 1.30–1.35 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 69 to 31. The head slightly produced anteriorly in dorsal aspcect (fig. d), and obtusely rounded in lateral aspect. The lateral distal corner of the last thoracic segment rounded. The rostrum strong, gradually attenuates to a fine point (fig. e).

The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	13	28	23	23	2	12	=100.

The furcal rami slightly divergent.

The 1st antenna 19-jointed on the left side, 18-jointed on the right side, they extend to the posterior margin of the 3rd thoracic segment. The segments are in the following proportional lengths (right side):

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12–13	14
	65	98	47	33	33	22	33	142	38

	15	16	17	18	19	20–21	22	23	24–25	
	33	49	49	49	49	65	33	77	83	=1.000.

The 2nd antenna has the exopod slightly longer than the endopod (22:19).

The 1st leg has no outer edge spine on the 1st segment of the exopod. The 2nd segment has a small outer edge spine. The posterior surface of the segment has a transverse row of minute spines. In the 2nd leg the outer edge spine on the 1st segment of the exopod is short and straight (fig. f). The terminal spine of the exopod has about 30 teeth.

The 5th pair of legs extends to the distal margin of the 3rd abdominal segment. The endopod of the left leg is swollen at the middle section. The exopod 3-jointed, and short. The endopod of the right leg is long, reaches the distal margin of the 1st segment of the exopod of the left leg (fig. g).

Remarks. Scaphocalanus longifurca has, according to GIESBRECHT, the 2nd antenna which has the exopod longer than the endopod, and the 2nd leg has a curved outer edge spine on the 1st segment of the exopod. The present female specimen has a slightly curved outer edge spine on the 1st segment of the exopod of the 2nd leg. But in the 2nd antenna the exopod is shorter than the endopod. The 5th pair of legs agrees fairly well with the description and figure of the 5th leg given by GIESBRECHT with the exception that the small spine on the outer margin of the distal segment is absent in the present specimen. A specimen measuring 1.57 mm. had the 5th pair of legs furnished with a small outer marginal spine near the baseof the terminal spine (Fig. 122, e). The specimen has a straight outer edge spine on the 1st segment of the exopod of the 2nd leg, and the terminal spine of the exopod is more finely serrated on the outer margin (Fig. 122, c).

The present male resembles also closely *S. subbrevicornis* except the following characters: the 1st antenna is short, only reaching the distal margin of the thoracic segment, and the segments have the proportional lengths which differ from those found in *S. subbrevicornis*; the distal segment of the exopod of the left 5th leg is furnished with only 3 stiff hairs on the inner margin, whereas, it is furnished in *subbrevicornis* with, beside 2 strong spines, fine hairs on the inner margin. The present male has been listed under the name *S. glacialis* by me in 1953. I have in the same year listed the another male specimen under the name *S. tempolaris*. The specimen measured 1.76 mm in total length, and has a general resemblance to the male specimen above described. But the specimen differs

from the foregoing in having a longer abdomen and in having the segments of the 1st antenna which differ from those of the foregoing. The specimen had the cephalothorax and abdomen with the proportional lengths as 95 to 41. The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	7	38	23	23	2	7	=100.

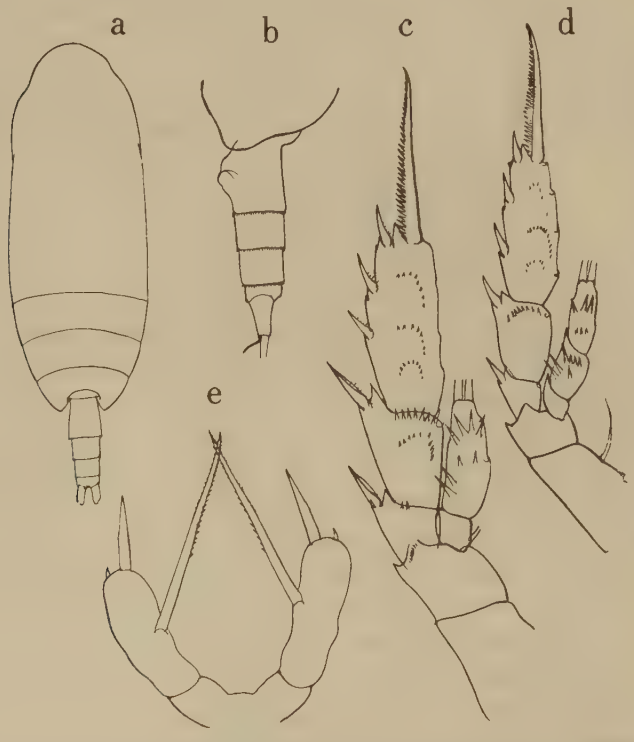


Fig. 122. ? *Scaphcocalanus longifurca* (GIESBRECHT).
Female: a, dorsal aspect; b, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; c, 2nd leg; d, 2rd leg; e, 5th pair of legs.

The 1st antenn 19-jointed on the left, 18-jointed on the right side, extend to the end of the 3rd thoracic segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12–13	14
	79	107	51	28	32	23	28	144	37

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	28	46	42	46	46	28	41	42	69	83	=1.00.

The specimen, though slightly larger in size, and differs in some details from

the male above described under the name *longifurca* may perhaps be identical with it in having the 5th pair of legs quite similar in structure to that of *S. longifurca*. *Scaphocalanus insignis* BRODSKY appears to be identical with the present species.

Occurrence. 5 females and 4 males from the deep water of the Izu region.

Distribution. The species has been recorded by GIESBRECHT from the North Pacific between 11°N and 14 N. The species appears to be widely distributed in the North Pacific.

Scaphocalanus echinatus FARRAN

(Fig. 123, a–m)

Scaphocalanus echinatus, FARRAN, 1905, p. 37, pl. 6 and 7; 1929, p. 250, fig. 17; 1937, p. 98; MORI, 1937, p. 50, pl. 24, figs. 12–16.

Female. Length, 1.84–2.48 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 79 to 21. The cephlothorax elongate ovate. (fig. a). The last two thoracic segments are incompletely separated. The lateral corner of the last thoracic segment rounded (fig. d). The rostral filaments are long and slender (fig. c).

The abdominal segments and furca in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	32	21	20	10	17	=100.

The genital segment as long as wide, produced slightly below. The furcal rami 2 times as long as wide.

The 1st antenna broken off in distal segments. The 2nd antenna has the exopod about 1.4 times a long as the endopod. The mandible has the exopod about as long as the endopod. The 1st maxilla as figured by FARRAN. The 2nd maxilla has 3 long vermiform and 5 bud-like filaments on the distal segment; the setae on the 4th and 5th lobes are slender (fig. e). In the maxilliped two basal segments are of about equal lengths; the 1st segment has a bud-like sensory filament on the anterior margin about the middle of the segment.

The 1st leg has a small outer edge spine on the 2nd segment of the exopod. The 2nd leg has a long and curved outer edge spine on the 1st segment of the exopod. The terminal spine of the exopod has 20 teeth (fig. f).

In the 5th pair of legs the inner marginal spine is about 1.5 times as long as the terminal one, and is furnished with about 9 teeth on the outer margin (fig. h). The 5th legs are variable in structure as shown in the figure (fig. i, j). Some specimen has a rudimentary endopod, and the terminal spine is much shorter than the segment itself.

Male. Length, 1.26–1.34 mm. The cephalothotax and abdomen are in the proportional lengths as 72 to 28.

The abdominal segments and furca are in the proporitional lengths:

Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
14	23	21	28	3	11	=100.

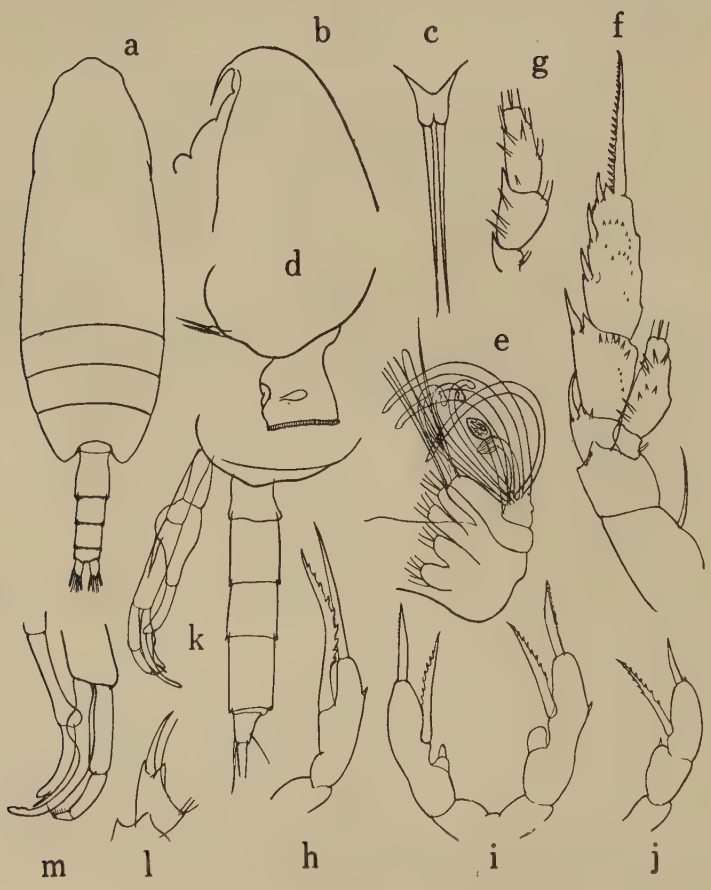


Fig. 123. *Scaphocalanus echinatus* FARRAN.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, rostrum; d, last thoracic segment, lateral aspect; e, 2nd maxilla; f, 2nd leg; g, endopod of 3rd leg; h, 5th leg: i, 5th pair of legs, other specimen; j, 5th leg; another specimen. Male: k, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; l, 1st segment of exopod of 2nd leg; m, distal segments of 5th pair of legs.

The 1st antenna 20-jointed on the left side, 19-jointed on the right side. They extend to the distal margin of the 2nd abdominal segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13	14
	58	62	40	26	31	25	31	128	26	36

15	16	17	18	19	20–21	22	23	24–25	
40	53	58	58	62	66	44	71	48	=1.000.

In the 2nd leg the outer edge spine on the 1st segment of the exopod is slender and curved (fig. l). The terminal spine of the exopod has about 40 teeth.

The 5th pair of legs reaches back to the distal end of the 4th abdominal segment (fig. k). The exopod of the right leg 3-jointed, but the distal segment is very small and is represented by a slender proces. The endopod of the left leg 1-jointed.

Remarks. The male has in the 2nd leg a long and curved outer edge spine on the 1st segment of the exopod just as is found in the female.

Occurrence. The species is a common in the deep water of the Izu region. Many females and 2 males were found in the collection.

Distribution. It has been recorded from the Atlantic Slope, New Zealand, Great Barrier Reef of Australia, and Japanese waters.

Scaphocalanus curtus FARRAN

(Fig. 124, a–h)

Scolecithrix curta, FARRAN, 1926, p. 259, pl. 7; 1929, p. 250.

Female. Length, 1.45–1.76 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 75 to 25. The head fused with the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are incompletely separate (fig. a). The postero-lateral margin of the last thoracic segment buntly angular in lateral view (fig. b). The rostral filaments long and slender.

The abdominal segments and furca are in the following proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	34	20	20	10	16	=100.

The furcal rami 2 times as long as wide.

The terminal segments of the 1st antenna missing in the specimen dissected.

The 2nd antenna has the endopod slightly longer than the exopod. The mandible, maxillae, and maxilliped as those of the other members of the genus.

The 2nd leg has a short and curved outer edge spine on the 1st segment of the exopod. The terminal spine of the exopod has 21 teeth (fig. d). The 4th leg has 19 teeth on the terminal spine of the exopod. The posterior surface of the exopod and endopod of the 2nd to 4th legs are furnished with rows of minute spines.

The 5th pair of legs entirely absent.

Male. Length, 1.90 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 64 to 36 (fig. e).

The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	8	37	22	22	5	8	=100.

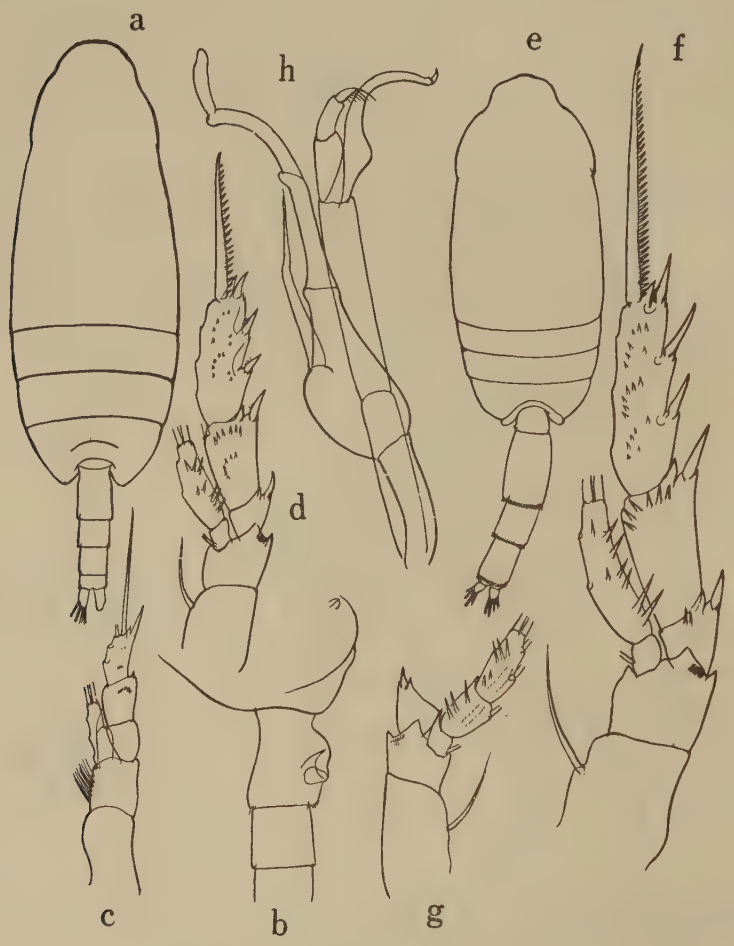


Fig. 124. *Scaphocalanus curtus* FARRAN.
Female: a, dorsol aspect, b, last thoracic segment, lateral aspect; c, 1st leg; d, 2nd leg. Male: e, dorsal aspect; f, 2nd leg; g, 3rd leg; h, 5th pair of legs.

The 1st antenna 20-jointed on the left, 19-jointed on the right side, extend to the end of the thoracic segment. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10–11–12	13	14
	68	95	47	32	32	24	32	119	24	36

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	36	47	47	52	47	32	44	40	67	70	=1.000.

In the 2nd leg the outer edge spine on the 1st segment of the exopod straight and short, not reaching the middle of the outer margin of the following segment. The terminal spine of the exopod has about 34 teeth (fig. f).

The 5th pair of legs reaches back to the middle of the 3rd abdominal segment. The right leg has a long endopod. The distal end of the 1st segment of the exopod not produced. The left leg has a short exopod. The endopod 2-jointed. The proximal segment swollen near the proximal (fig. h).

Remarks. The female specimen is easily recognized by the absence of the 5th pair of legs. The male specimen is larger in size than the female, and has a short outer edge spine on the 1st segment of the exopod which corresponds fairly well with that of the female. The species agrees with *Racovitzanus levis* TANAKA in having no 5th pair of legs in the female, which will be described in the following.

Occurrence. 5 females and 2 males from deep water of Sagami Bay.

Distribution. The female specimen has been recorded from the Bay of Biscay and off New Zealand by FARRAN. The species appears to have a fairly wide distribution in the oceans.

Genus *Racovitzanus* GIESBRECHT

The genus was established by GIESBRECHT to accomodate *Racovitzanus antarcticus* collected in the "Belgica" Expedition to the Antarctic. The genus has comprised *R. antarcticus* GIESBRECHT, *R. prorrecta* (GIESBRECHT), and *R. pacificus* (ESTERLY). In the present collection two species *R. porrecta* and *R. levis* were taken, of which the latter appears to be undescribed. BRODSKY (1950) has recorded *R. antarcticus*, *R. pacificus*, and *R. porrecta* from the waters of the Far-eastern and Polar Seas of the U.S.S.R.

The genus *Racovitzanus*, though closely allied to *Scaphocalanus* in the structure of the male 5th pair of leg, comes near to *Scolecithrix* or to *Scolecithricella* in having a rather long outer edge spine on the 2nd segment of the exopod of the 1st leg. The genus is intermediate between *Scaphocalanus* and *Scolecithrix*.

Racovitzanus levis sp. nov.

(Fig. 125, a–m)

Female. Length, 1.95–2.00 mm. The cephalothorax and abdomen are in the

proportional lengths as 72 to 28. The cephalothorax elongate ovate, 3 times as long as it is wide at the 1st thoracic segment. The head fused with the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are incompletely fused (fig. a).

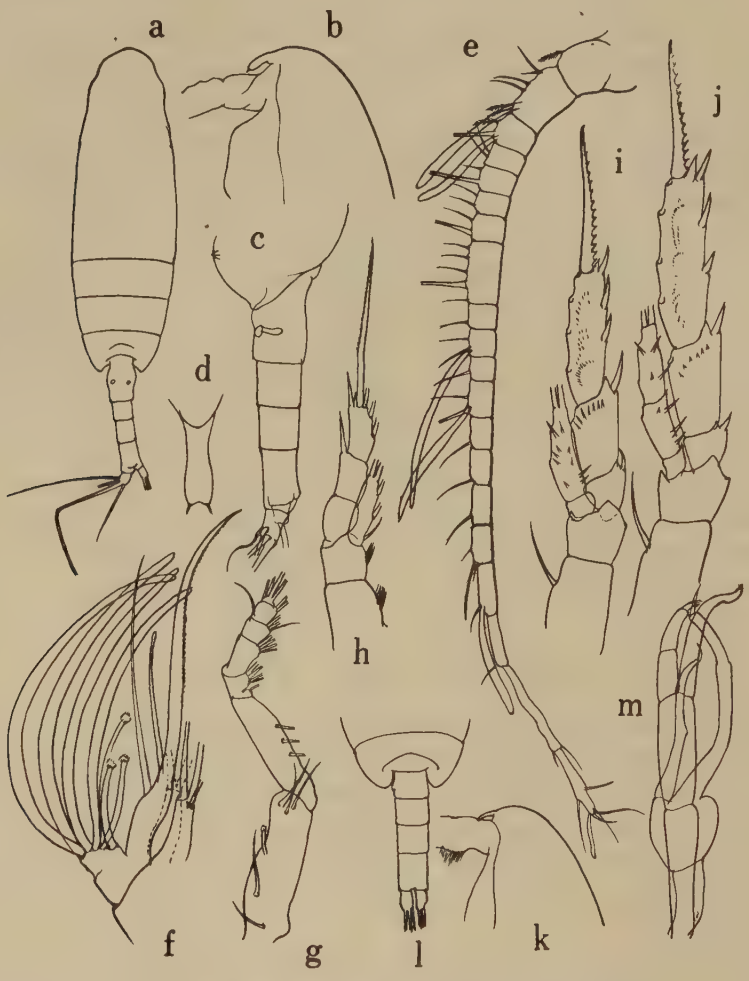


Fig. 125. *Racovitzanus levis* sp. nov.
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; d, rostrum; e, 1st antenna: f, 2nd maxilla; g, maxilliped; h, 1st leg: i, 2nd leg; j, 3rd leg. Male: k. head lateral aspect; l, last thoracic segment and abdomen, dorsal aspect; m, 5th pair of legs.

The lateral distal corner of the last thoracic segment bluntly produced (fig. c). The rostrum sausage-shaped, slightly bifurcate at the distal end to which 2 small spines are attached (fig. b, b).

The abdomen 4-segmented. The segments and furca are in the proportional lengths:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca	
	26	16	14	21	9	=100.

The furcal rami asymmetrical, the left side is much larger than the right (9:7). The 2nd inner furcal seta of the left side is much longer than the total length of the body and curved inwardly almost at right angle at the proximal one fifth of the seta.

The 1st antenna 20-jointed, extends to the distal end of the 3rd thoracic segment. The segments are in the dollowing proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14
	49	70	28	28	28	28	32	82	28	31	35	38
	15	16	17	18	19	20	21–22–22		24–25			
	42	49	52	45	59	66	120		93	=1.000.		

a long aesthetaks is found on the segments 2, 3, 12, 14, 19, and 25 (fig. e).

The 2nd antenna has the endopod about as long as the exopod. The mandible and 1st maxilla as in *Scolecithrix danae* (Lubbock). The 2nd maxilla has 4 long vermiform and 3 small sheaf-like filaments on the terminal section (fig. f). The maxilliped has a small stalked seta on the middle of the 1st basal segment (fig. g).

The 1st leg has no outer edge spine on the 1st segment of the exopod (fig. h). The 2nd segment of the exopod has a long outer edge spine extending about to the distal end of the 3rd segment of the exopod. The 2nd leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. The outer edge spine on the 1st segment of the exopod is small and curved. The posterior surface of the 2nd and 3rd segments of the exopod and the 2nd segment of the endopod have each groups of small spines. The terminal spine of the exopod has 15 teeth (fig. i). The 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopod and endopod. The terminal spine of the exopod of the 3rd leg has 12 teeth (fig. j) and that of the 4th leg has 17 teeth. The 4th leg has no inner marginal seta on the 1st basal segment.

The 5th pair of legs eompletely absent.

Male. Length, 1.75 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 75 to 25. General appearance as in the female (fig. k). The abdominal segments and furca are in the proportional lengths:

The 1st antenna 20-jointed, extends to the distal end of the thorax. The segments are in the following porportional lengths:

Segment	Abd. 1	2	3	4	5	Furca	
	21	19	19	26	2	13	=100.

The 1st antenna 20-jointed, extends to the distal end of the thorax. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11–12–13	14
	46	66	33	33	33	33	39	72	78	33

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24–25	
	33	39	72	66	59	59	65	33	52	66	=1.000.

The 1st segment is furnished with a row of long hairs on the posterior margin.

The 2nd antenna has the endopod longer and wider than the exopod. The other mouth organs are less developed.

The 1st to 4th legs as in the female. The terminal spine of the exopod of the 2nd leg has 19 teeth.

The 5th pair of legs resembles that of the male of *Scaphocalanus*. It extends to the distal end of the furca when reflexed. The endopod of the right leg long, slightly exceeds the distal margin of the 1st segment of the exopod of the left leg. The endopod of the left leg is longer than the 3-jointed exopod (fig. m).

Remarks. The female is characterized by the absence of the 5th pair of legs. The male 5th pair of legs has a general resemblance to that of *Scaphocalanus*.

Occurrence. 2 females from Suruga Bay, and one male from Sagami Bay in the hauls from the depth 1000 m to the surface.

Distribution. Northwestern Pacific (present record).

Racovitzanus porrecta (GIESBRECHT)

(Fig. 126, a–i)

Scolecithrix porrecta, GIESBRECHT, 1892, p. 266,, pl. 13, fig. 4, 41, pl. 37, fig. 11; GIESBRECHT und SCHMEIL, 1898, p. 45; *Racovitzanus prorrecta*, BRODSKY, 1950, p. 274, fig. 185; *Racovitzanus nanus*, TANAKA, 1953, p. 132.

Female. Length, 2.07 mm. The cephalothorax and abdomen are in the proportional lengths as 70 to 30. The cephalothorax elongate ovate. The head fused with the 1st thoracic segment. The last two thoracic segments are incompletely separate (fig. a). The lateral distal corner of the last thoracic segment acutely pointed at the apex (fig. c). The rostrum moderately long, bifid at the apex (fig. b, d).

The abdomen 4-segmented. The proportional lengths of the segments and furca:

Segment	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	28	17	17	27	17 =100.

The genital segment not swollen below. The furcal rami asymmetrical, the left side is much longer and wider than the right. The furcal setae broken off, but the 2nd inner seta may be long as in the foregoing species.

The 1st antenna broken off in the distal segments. The proximal 15 segments are in the following proportions:

Segment	1	2	3	4	5	6	7	8–9–10	11	12	13	14	15
	10	12	5	4	5	5	5	13	5	5	6	6	6

The 2nd antenna has a slender exopod and endopod. The exopod is a little

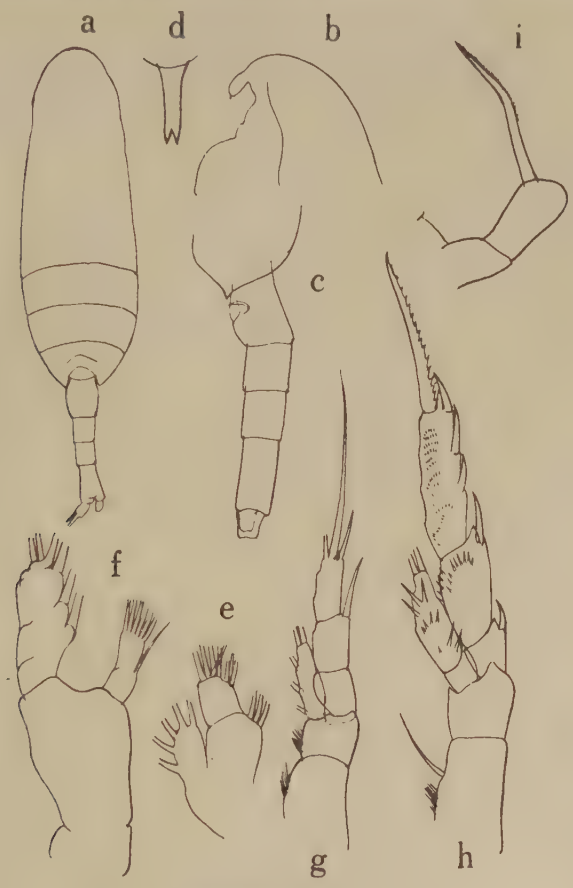


Fig. 126. *Racovitzanus porrecta* (GIESBRECHT).
Female: a, dorsal aspect; b, head, lateral aspect; c, last thoracic segment and abdomen, lateral aspect; d, rostrum; e, distal part of 1st maxilla; f, mandible palp; g, 1st leg; h, 2nd leg; i, 5th leg.

shorter than the endopod. The mandible has a small endopod, about 2/5 as long as the exopod (fig. f). The 1st maxilla has 7 long and 2 short setae on the outer lobe, 5 setae on the exopod, 5 + 3 setae on the endopod, 2 setae on the 2nd basal segment (fig. e). The 2nd maxilla has 5 long vermiform filaments and 3 short ones on the distal segments. The maxilliped as in the foregoing species.

The 1st leg is slender (fig. g). The outer edge spine on the 1st segment of the exopod absent; that of the 2nd segment is long and reaches the distal margin of the 3rd segment of the exopod. The inner marginal seta on the distal margin of the 2nd basal segment is absent. The 2nd leg has 3-jointed exopod and 2-jointed endopod. The outer edge spine on the 1st segment of the exopod is short and curved, about 1/3 the length of the outer margin of the following segment. The terminal spine of the exopod has 17 teeth. The posterior surface of the 2nd and 3rd segments of the exopod and 2nd segment of the endopod are furnished with groups of small spines, which are more dense than in the foregoing species (fig. h). The 3rd and 4th legs have each 3-jointed exopod and endopod. The left 3rd leg was abnormal in structure in the specimen dissected: it is composed of 2-jointed exopod and 3-jointed endopod.

The 5th pair of legs 2-jointed. The distal segment has a long serrated seta on the inner distal corner (fig. i).

Remarks. The present specimen is much smaller in size than that described by GIESBRRENCHT. The species is identical with *R. nanus* TANAKA listed in 1953.

Occurrence. One adult female from Suruga Bay in the hauls from deep water, Nov. 1938.

Distributions. The species has been recorded from the Pacific by GIESBRECHT (3°S, 99°W), WILSON (40°N), and BRODSKY.

O. Tanaka

On Copepods associated with marine Petecypods in Kyushu

Reprinted from the Journal of the Faculty of Agriculture,
Kyūshū University, Vol. 11, No. 3, November 30, 1961

Journal of the Faculty of Agriculture, Kyūshū University, Vol. 11, No. 3
December 30, 1961

On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu

Otohiko Tanaka*

There have several species of the poecilostome Cyclopoida been recorded from the marine clams in Japan. They are:

Pseudomyicola ostreae Yamaguchi, 1936, from *Ostrea denselamellosa* Lischke,

Myicola ostreae Hoshina and Sugiura, 1953 from *Ostrea gigas* Thunberg,

Philoconcha amygdalae Yamaguchi, 1936, from *Venerupis* (*Amygdala*) *philippinarum*, Adams and Reeve,

Philoconcha paphiae Yamaguchi, 1936, from *Paphia englypta* (Philippi),

Paraphiloconcha meretricis Yamaguchi, 1936, from *Meretrix lamarcki* Deshayes,

Lichomolgus spondyli Yamaguchi, 1936, from *Spondylus japonicus* Kuroda.

The species described in this paper fall into the genera *Myicola* Wright, *Ostrincola* C.B. Wilson, *Conchyliurus* Bocquet and Stock, *Lichomolgus* Thorell, *Modiolicola* Aurivillius, and *Anthessius* Della Valle.

The material here dealt with was mainly collected from Sasebo Bay by Mr. Y. Ko of the Department of Fisheries, Nagasaki University. I wish to tender my most sincere thanks to him for having placed the very interesting copepods at my disposal. My sincere thanks are also due to Dr. R. U. Gooding of the Department of Zoology, Washington University who helped me much in preparing the references on the taxonomic study of Cyclopoida Poecilostoma. It is also my greatest pleasure to express my gratitude to him for giving me the opportunity to compare the specimens of *Ostrincola* of the U. S. A. with those of Japan. I am also much indebted to Dr. Paul Illg of the Washington

* Fishery Research Laboratory, Kyushu University, Tsuyaza near Fukuoka, Japan.

University and Dr. A. G. Humes of the Boston University who have facilitated me much in preparing references on poecilostome Cyclopoida.

Family *Myicolidae*

Wright (1885) established the genus *Myicola* to accomodate *M. metisiensis* obtained from *Mya arenaris* and believed that the genus stood between *Ergasilus* Nordman and Lichomolgidae Claus. Sars (1918), however, referred *Myicola* to the family Clausiidae, and C. B. Wilson (1932) to Lichomolgidae. Yamaguchi (1936) erected without diagnosis a family Myicolidae and referred *Pseudomyicola* Yamaguchi to the family. The systematic position of *Myicola* is still in question. Illg (1960) states that Myicolidae is perhaps avairable in Cyclopoida Poecilostoma among the families in the complex containing Clausiidae and Lichomolgidae. The definition of the family Myicolidae is, according to Dr. Gooding's personnel communication, now being undertaken by Illg, M. S. Wilson and Gooding. It is well known that *Myicola*, *Ostrincola*, and *Pseudomyicola* are very closely related but among which *Pseudomyicola* differs from *Myicola* and *Ostrincola* in the structure of the 1st antenna, mandible, and 2nd maxilla. Humes and Cressey (1958) referred *Pseudomyicola* to Myicolidae but the genus was afterwards transfered to *Pseudomyicola* by Humes (1658) who described the following two species, *Pseudomyicola mirabilis* and *P. levis*. In the same paper he referred *Ostrincola* to the family Ergasilidae. But it is inacceptable to me. Indeed, *Ostrincola* has similar characters as defined in *Ergasilus* but, on the other hand, the genus is distinguished from the latter in the structure of the 4th leg, the setal formula of the natatory legs, and the structure of the 5th pair of legs. *Ostrincola* should be, in my opinion, referred to Myicolidae.

The family Myicolidae will have the following characters: Anterior region of the body more or less expanded. Posterior region of the body composed of the usual number of segments. Anterior antenna 7-segmented. Posterior antenna 3-segmented, prehensile with a strong claw on the distal segment. Labrum short and broad, bears on each side a group of spinules. Labium small. Mandible with 4 elements on the distal margin of the segment. First maxilla simple and small with 3 marginal setae. Second maxilla with a robust base, the distal segment small with 2 lashes. Maxilliped wanting in the female, that of the male transformed into a strong grasping organ. First to 4th legs with 3-segmented exopod and endopod. Fifth leg 2-segmented, the distal segment more less lamellar with 4 marginal setae.

Genus *Myicola* Wright, 1885

According to R. R. Wright the genus has the following diagnosis: Cephalothorax of the female oblong, of the male pyriform, composed of six segments, the last of which is reduced in size and carries a pair of uniramous appendages. Abdomen as in *Lichomolgus* Thorell. Anterior antennae of seven joints, posterior of four, robust, the basal joint tumid, the terminal one converted into a single strong claw. Mandible with triangular base and several setose lobes. First maxilla as in *Lichomolgus*. Second maxilla robust, 3-segmented, the basal joint tumid, the terminal one carrying 2 setose filaments. Maxilliped absent in the female, resembling those of *Lichomolgus* in the male. Natatory legs as in *Anthessius* and *Modiolicola*. Fifth pair of legs uniramous, with 3 joints, the two proximal of which carry each a distal seta, while the distal segment is not expanded has 2 apical setae and a subapical setae and a subapical group of spines.

However, Wright's description of the 5th pair of legs is inaccurate. It is composed of 2 segments, of which the distal segment is not expanded the lateral margins of the segment nearlly parallel, and carries 4 marginal setae and groups of spinules on the lateral margins. C. B. Wilson (1944) has described *Ostrincola gracilis* by the specimen taken from common oyster, *Ostrea virginica*, and states that the genus *Ostrincola* is closely related to Ramsay Wright's genus *Myicola*, but it differs, however, in the actual and relative sizes of the two sexes, the details of the body regions, the two pairs of antennae, and the 1st and 5th legs. On comparing these two genera there are fairy remarkable differences in the female in the shape of the anterior and posterior regions of the body, the proportional lengths of the segments of the 1st antenna, the shape of the 2nd antenna, and the 5th pair of legs. However, the male specimens of both *Myicola* and *Ostrincola* resemble closely each other in general appearance and in the structure of the oral appendages as well as the 1st to 5th legs that it seems quite reasonable to regard both genera as synonymous. But at present it seems to be justifiable to retain both *Myicola* and *Ostrincola* as distinct genera.

Myicola ostreae Hoshina and Sugiura

(Plate 22, figs. 1–8; Plate 23, figs. 1–8)

Myicola ostreae Hoshina and Sugiura, 1953, p. 27, pl. 2, figs. 7–14.

Occurrence : One female and two males from *Ostrea gigas* Thunberg (40 individuals) taken from Tsushima, Nagasaki Prefecture February, 1961.

Descriptive Notes.—Female. Length, 18.5 *mm*.

The body elongate. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 68 to 32. The head separates from the 1st thoracic segment. The thoracic segments increasing gradually in size distally. The lateral margins of the 2nd thoracic segment irregular in shape. The following two segments have each rounded lateral margins. The 2nd, 3rd and 4th thoracic segments carry each a trace of carapace on the dorsal surface (Fig. 1). The rostrum lamellar, rounded on the posterior margin (Figs. 2, 3).

The posterior region of the body has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	13	36	16	10	6	19=100

The genital segment about as long wide as (23:22) tapers posteriorly. The genital and following two segments are furnished each with rows of fine spinules on the ventral surface. The furcal rami 6 times as long as it is wide at the distal. The terminal furcal setae are small.

The 1st antenna 7–segmented, the segments are in the following proportional length:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	30	25	8	7	12	7	11=100

The anterior distal margin of the 1st segment produced, furnished with 3 marginal setae (Fig. 4).

The 2nd antenna (Fig. 6) 3–segmented. The 3rd segment is the longest, carries on the distal margin a strong claw and a small spine on the inner distal corner. The labrum (Fig. 5) large, furnished with a row of spinules on either side of the lateral posterior margins. The mandible (Fig. 7) has a lash on the distal margin. The 1st maxilla (Fig. 7) simple with 3 marginal setae. The 2nd maxilla Fig. 8) with 2 lashes. The maxilliped absent in the female.

The 1st to 4th swimming legs with 3–segmented exopod and endopod. The setal formula as follows:

	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	I	II	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	2	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	1	I	II
P 4	1	0	2	0	2	I	II	0	I	1	I	5	I	II

The 5th leg (Fig. 9) 2–segmented. The 1st segment rounded in shape, serrated on the outer margin, and is furnished with a seta on the outer distal margin. The 2nd segment twice as long as broad, nearlly parallel on the lateral margins; the distal margin carries 2 spines and 2 setae. The inner distal margin of the segment is fringed with spinules.

Male. Length, 0.92 mm.

The body cyclopoid. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 52 to 48. The head separates from the 1st thoracic segment. The rostrum as in the female (fig. 1).

The posterior region of the body has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	12	30	12	9	7	7	23=100

The genital segment about as long as wide, has lateral swellings. The ventral surface of the segment is furnished with rows of spinules as shown in the figure (Fig. 5). The following 3 segments are striated each with a row of fine teeth on the distal margin. The furcal rami (Fig. 4) slightly asymmetrical, the left ramus is longer than the right. The rami are about 12 times as long as it is wide at the distal.

The 1st antenna (Fig. 3) 7-segmented; the segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	23	26	8	10	13	9	11=100

The 2nd antenna (Fig. 2) 3-segmented, slender in structure compared with that of the female. The mouth parts (Fig. 2) are as in the female. The maxilliped (Fig. 2) 3-segmented, the terminal segment has a strong claw.

The 1st to 5th legs (Figs. 6–8) as in the female. The 6th leg is represented by 2 small spines situated on the distal lateral corners of tae genital segment (Fig. 5).

Remarks.—The present specimen agrees quite well with *Myicola ostreae* Hoshina and Sugiura taken from *Ostrea gigas* in Chiba Prefecture. The male resembles in general appearance to the males of *Myicola* or *Ostrincola* but the 5th leg, maxilliped, and mouth parts are the main characteristics which distinguish the present male from the others.

Genus ***Ostrincola*** C. B. Wilson

C. B. Wilson (1944) described *Ostrincola gracilis* from the mantle cavity of the common oyster, *Ostrea virginica*. A. G. Humes (1958) described two species of *Ostrincola*, *O. clavator* and *O. simplex* from *Mytilus*, *Crassostrea*, *Venus*, and *Modiolus*. The genus is closely allied to *Myicola* Wright in the armature of the 1st to 4th legs. On the other hand, it is also closely related to *Pseudomyicola* Yamaguchi in the slender structure of the 2nd antenna. *Ostrincola* stands, as Humes says, between *Myicola* and *Pseudomyicola*. According to Gooding's personnel communication there is another undescribed species of *Ostrincola* in the east coast of the U. S. A. But the species appears

to be more closely related to *Myicola* in the robust second antenna and in the form of the distal segment of the 5th leg. And it is the same with *Ostrincola clavator* Humes.

The genus has the following characters: Body more or less cyclopoid. Head separates from the 1st thoracic segment; the segments 2 to 5 varying in lengths but diminishing regularly in width. Genital segment longer than wide with convex lateral margins in the female, and parallel margins in the male. Caudal rami much elongated and cylindrical. First antenna 7-segmented in both sexes. Second antenna uniramose and 4-segmented, the end segment is a curved claw. First four pairs of legs biramose, rami 3-segmented. Fifth pair of legs uniramose, 2-segmented, the end segment enlarged into a circular disk in the female. The male has the 5th leg composed of two segments but the end segment is not enlarged as in the female.

Ostrincola koe sp. nov.

(Plate 24, figs. 1–9; Plate 25, figs. 1–7; Plate 26, figs. 1–6)

Occurrence.—Many females and males from the mantle cavity of *Paphia* (*Paratapes*) *undulata* (Born) collected in the intertidal zone of Sakibe near Sasebo on October, 1959 and November, 1959; several females and males from *Paphia* in Tsuyazaki near Fukuoka in May, 1960 and February, 1961.

Descriptive Notes.—Female. Length, 1.06—1.18 mm.

The body elongate ovate. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 53 to 47. The head separates from the 1st thoracic segment. The thoracic segments diminish in width distally. In dorsal view the lateral margins of the 1st segment is squarish in shape, those of the 2nd, 3rd, and 4th rounded. The frontal margin of the head evenly rounded in dorsal aspect but narrowly rounded when viewed from the lateral (Figs. 1, 3). The rostrum low, rounded on the posterior margin (Figs. 3, 4). There is a transversal fold on the dorsal surface about the middle of the head. The body kept in glycerine pellucid, eye spot bluish, intestine content bluish. Some of the female specimens ovigerous. The egg sacs dorso-lateral, egg relatively few in number. Some of the specimens were infected with *Stentor polymorphus* O. F. Müller.

The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	8	35	13	11	9	24=100

The genital segment is rectangular in shape, slightly longer than wide. The lateral margins of the segment have each a slight knotch on the

anterior one fourth of the segment. The dorsal as well as the ventral surfaces of the segment is provided with two groups of minute spinules (Fig. 2). The following 2 segments are furnished each with a row of minute spinules on the ventral distal margin. The furcal rami slender, tapers posteriorly, about 8 times as long as it is wide at the proximal or 13 times as it is wide at the distal end. The distal margin of the ramus is furnished with 3 setae, of which the inner one is very small, the middle one is fairly long. The outer margin of the ramus bears 3 setae, of which two arise about the middle of the ramus.

The 1st antenna (Fig. 5) 7-segmented. The segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	27	16	7	11	14	10	15=100

The demarcation between the 2nd and 3rd segments feeble.

The 2nd antenna (Fig. 6) robust, consists of 3 segments of which the 3rd is the longest and the 2nd is the shortest. The distal segment is furnished with a single strong curved claw which is slightly knotched on the inner margin about one third of the claw, a small seta about the middle, and a small triangular process near the proximal one third of the segment; the outer margin of the segment is fringed coarsely with spinules. The segment has a small inner marginal seta. The labrum as shown in the figure (Fig. 4).

The mandible (Fig. 7) has a somewhat elongated base to which the following elements are attached: 2 small denticulated lobes, a long lash-like blade, and a slender seta. The outer margin of the lash is fringed with fine spinules.

The 1st maxilla (Fig. 7) small with 3 apical setae of which the outer marginal one is the longest. The 2nd maxilla (Fig. 8) 2-segmented. The basal segment is very conspicuous. The terminal segment is small and carries 2 lashes of which the outer one is slender and long, finely furnished with minutes spinules along the inner margin; the inner one is blade-like with rather coarse spinules on the inner margin. A small seta arises from the base of the 2nd segment. The maxilliped absent in the female.

The 1st leg (Fig. 1) has 3-segmented exopod and endopod. The 1st basal segment has an inner marginal seta. The 2nd basal segment has a spine near the base of the endopod. The spine is fringed with

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	I	II	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	II
P 4	1	0	2	0	2	I	II	0	I	1	I	5	I	II

fine denticles along the lateral margins. The 2nd to 4th legs (Fig. 2, 3, 4) have each 3-segmented exopod and endopod. The setal formula of the four pairs of legs as above listed.

The 5th leg (Pl. 24, fig. 9) 2-segmented. The 1st segment is small, has an outer marginal seta. The 2nd segment is oval in shape with 4 marginal setae of which the 2nd outer one is about as long as the innermost one; the lateral margins of the segment is furnished with rows of spinules as shown in the figure.

Male. Length, 0.99 mm.

General appearance as in the female. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 51 to 49. The segments of the posterior region have the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	6	30	10	11	10	8	25=100

The ventral surface of the segment is furnished with groups of spinules as shown in the figure (Fig. 5).

The mouth appendages as those of the female except the maxilliped composed of 3 segments of which the distal one is furnished with a long curved claw (Fig. 6).

The 1st to 4th legs as in the female. The 5th leg 2-segmented. The distal segment not expanded; the lateral margins of the segment more or less parallel and has 2 spines and a small seta on the apical and a seta on the outer margin (in situ) about the middle. The 6th leg is represented by 2 small spines on the distal lateral corner of the genital segment.

Remarks.—The present species is very closely allied to *Myicola metisiensis* Wright or to *Ostrincola gracilis* C. B. Wilson. But the specimen comes nearer to *O. gracilis* in its general appearance and in the structure of the cephalic appendages with the exception of the robust 2nd antenna. The 5th leg of the present species is not so expanded as in the species of *Ostrincola* but more enlarged than that of *Myicola metisiensis*. In this respect the species appears to be intermediate form between those of *Myicola* and *Ostrincola*.

Ostrincola japonica sp. nov.

(Plate 26, fig. 1–11; Plate 27, figs. 1–6)

Occurrence.—Two females and two males from the mantle cavity of *Ostrea echinata* Quoy et Gaimard from Sasebo November, 1960.

Descriptive Notes.—Female. Length, 1.02 and 1.08 mm.

The body cyclopoid. General appearance as in *Ostrincola gracilis* C. B. Wilson. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 51 to 49. The head separates from the 1st thoracic segment. There is an intersegmental region between the 4th

and 5th thoracic segments (Fig. 1). The frontal margin of the head slightly produced. The rostrum very small, lamellous, slightly produced on the anterior margin of the head (Figs. 2, 3). The specimens had each two egg sacs containing 2 eggs (0.15×0.12 mm).

The posterior region of the body slender, has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	17	32	13	11	6	21=100

The 5th thoracic segment is indistinctly separated from the genital segment which is 1.5 times as long as wide. There is a slight knotch on the proximal one fourth of the lateral margins of the genital segment; the ventral surface of the segment is furnished with 4 transverse rows of minute spinules (Fig. 4). The following 2 segments are striated each with spinules on the ventral distal margin. The furcal rami slender, about 9 times as long as it is wide at the proximal (Fig. 5). The distal margin of the ramus is furnished with 3 minute setae of which the middle one is the longest. The outer margin of the ramus is furnished with 3 marginal setae.

The 1st antenna (Fig. 6) 7–segmented. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	28	21	7	11	13	11	9=100

The 2nd antenna (Fig. 7) 3–segmented. The 3rd segment is slender and long. The terminal claw is slender and curved. The mandible, (Fig. 8) 1st, and 2nd maxillae (Figs. 8, 9) as in *O. gracilis* Wilson. The maxilliped wanting in the female. The labrum large (Fig. 10).

The 1st to 4th swimming legs as in *O. gracilis*. The 5th leg 2–segmented (Fig. 11). The distal segment expanded, 1.5 times as long as broad, the lateral margins are each furnished with spinules, and the distal margin with spines and 2 setae as shown in the figure.

Male. Length, 0.88 mm.

General appearance as in the female. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 50 to 50. The posterior region (Fig. 2) has the segments in the following proportional length:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	9	30	11	11	11	5	23=100

The genital segment oval in shape, 1.5 times as long as wide. The ventral surface of the segment is provided with groups of spinules as shown in the figure. The distal lateral margins of the segment have each 2 small spines which represent the 6th legs. The following three segments are striated each with fine spinules near the distal margin. The furcal rami slender and long, about 8 times as long as it is wide at the proximal.

The 1st antenna (Fig. 3) 7-segmented. The proportional lengths of the segment as follows:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	26	22	7	10	15	10	10=100

The 2nd antenna (Fig. 4) slender as in the female. The maxilliped (Fig. 5) well developed and prehensile.

The four pairs of swimming legs are identical in structure with those of the female. The 5th leg (Fig. 7) 2-segmented. The distal segment slender, with parallel lateral margins and is furnished with two spines, a long seta on the distal margin, and a seta about the middle of the inner margin. The outer margin of the 2nd segment with spinules near the distal end.

Remark.—There have three species of *Ostrincola* been reported, *gracilis* C. B. Wilson, *simplex* Humes, and *clavator* Humes, among which *clavator* appears to be properly referred to the genus *Myicola* Wright. The species belonging to *Ostrincola* have each a greatly expanded distal segment in the 5th leg, whereas, in *Myicola* the distal segment is slender and the lateral margins more or less parallel. In the 2nd anntenna the 3rd segment is more slender in *Ostrincola* compared with that of *Myicola*. Moreover, the terminal segment of the 1st antenna is shorter in proportional lengths in *Ostrincola* than that of *Myicola*. These three characteristics are important in distinguishing *Ostrincola* from *Myicola*. The present species comes nearest to *Ostrincola simplex* Humes gathered from *Ostrea* sp. in Madagascar. But the present species is much larger in size than *simplex* (0.766 mm.), and differs slightly in the arrangement of the marginal setae and spines on the distal segment of the 5th leg.

Family **CLAUSIDIIDAE**

Genus ***Conchyliurus*** Bocquet and Stock, 1957

Bocquet and Stock (1957) erected the genus *Conchyliurus* to accomodate a species, *solenis* which was found on the gills of *Solen marginatus*. Gooding (1957) recorded the occurrence of *C. cardii* from the digestive tract of *Cardium echinatum* Linn. In 1958 Humes and Cressey added two more species, *C. torosus* and *C. lobatus* from the pelecypods in the West Africa.

Conchyliurus quintus sp. nov.

(Plate 27, figs. 7–9; Plate 28, figs. 1–8; Plate 29, figs. 1–7)

Occurrence.—Two females and two males from the mantle cavity of *Paphia* (*Paratapes*) *undulata* (Born) collected in Sakibe, near Sasebo.

Descriptive Notes.—Female. Length, 1.38 mm and 1.44 mm.

The body (Fig. 8) cyclopoid, but rather elongated. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 48 to 52 in the specimen measured 1.44 mm in total length. The head fused with the 1st thoracic segment. The anterior region not so expanded, about 1.6 times as long as it is wide at the middle section. The rostrum produced anteriorly, visible from the dorsal, nearly square in shape. There is an intersegmental region between the 5th thoracic segments and the genital segment.

The posterior region of the body (Fig. 9) has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	8	45	9	8	15	15=100

The genital segment rectangular in shape, about 1.6 times as long as broad. The segment is elevated dorsally in lateral view. The lateral distal corners of the segment complicated in shape, carry on each side spermatophores (perhaps 4 spermatophores as is found in *Conchyliurus torosus* Humes). The spermatophore is pear-shaped, 0.2 mm in length, 0.08 mm in width. The segment bears dorsally a pair of spines near the distal margin, which is concealed beneath the complicated structure of the genital area (Plate 28, fig. 1). The following segments are not striated with a row of spinules except the 5th abdominal segment (Fig. 9). The furcal rami divergent, more than 3 times as long as it is wide at the distal (10 : 3). The distal margin of the ramus carries 4 setae of which the 2nd inner marginal is slightly longer than the combined length of the distal 3 abdominal segments and furca taken together.

The 1st antenna (Fig. 10) 6-segmented, 0.2 mm in total length. The segments are in the proportional lengths measured along the anterior margin:

Segment	1	2	3	4	5	6
	24	23	14	11	12	16=100

The 1st segment has a row of spinules on the anterior margin. In the 2nd segment a line of fusion is observed on the posterior margin about the middle of the segment. The 5th and 6th segments have each an aesthetask.

The 2nd antenna 4-segmented (Fig. 2). The distal segment is furnished with 5 slender claw-like spines. The 3rd segment with a slender curved spine and a seta; the outer margin of the segment with rows of spinules. The 2nd segment with a seta and several spinules on the outer margin. The 1st segment has a long seta on the outer distal corner.

The mandible (Fig. 3) has 3 lappets of which the outer two are setose on the outer margin. The paragnatha leaf-like in shape fringed

finely with minute spinules on the outer margin.

The 1st maxilla (Fig. 4) 1-segmented, with 2 outer marginal setae, and a small distal lobe furnished with 3 setae. The inner distal corner of the segment is produced into a spine accompanied by a single seta. The 2nd maxilla (Fig. 3) 2-segmented. The distal segment terminates into two slightly curved spines, of which the larger one bears 2 setae. The maxilliped (Fig. 3) 1-segmented, bears a strong and slightly curved spine on the distal margin. The inner distal margin of the segment is furnished with a small seta, and the outer distal margin with spinules.

The 1st (Fig. 5) to 4th leg (Fig. 6) are composed of 3-segmented exopod and endopod. The setal formula of the legs as follows:

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	I	II	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	2	0	1	I	III	0	I	1	I	5	I	III

The 5th leg 2-segmented (Fig. 7). The basal segment is represented by an expansion of the 5th thoracic segment and is furnished with a single seta. The 2nd segment elongate, about 3 times as long as broad, and is furnished with 2 apical spines and a seta. The outer margin of the segment carries a single spine.

Male. Length, 1.19 mm and 1.11 mm.

General appearance as in the female. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 47 to 53 (Plate 28, fig. 8).

The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	9	37	14	11	9	14	14=100

The genital segment nearly quadrate in shape, produced on each side into a strong spine on the lateral distal margins (Plate 29, fig. 2). The following 4 segments are not striated with spinules on the distal border. The fucal rami 3 times as long as it is wide at the distal. The 6th leg is represented by a single seta situated on the distal margin of the lamellous process of the genital opening.

The oral parts and 1st to 5th legs as in the female except the maxilliped which is very powerful as shown in the figure (Figs. 1, 4).

Remarks.—The present species resembles very closely *Conchyliurus torosus* Humes in general appearance and in the structure of the appendages but can be distinguished from it in the strong plumose seta on the middle of the distal margin of the female 5th leg,

and in the sharpe of the genital segment of the male.

Family LICHOMOLGIDAE

Lichomolgidae comprises at present a number of genera which are more or less closely allied. Gurney (1927) has subdivided the family into the subfamilies, Sabelliphilinae and Lichomolginae. The former has 3-segmented enopod in the 4th leg, and in the latter the endopod is reduced to 2 or fewer segments. The following genera are included in the subfamily Sabelliphilinae: *Sabelliphilus* M. Sars, 1862, *Rhinomolgus* G. O. Sars, 1918, *Anthessius* Della Valle, 1880, *Hermannella* Canu, 1891, *Modiolicola* Aurivillus, 1883, *Paranthessius* Claus, 1889, and *Prehermannella* Sewell, 1949. Among which *Sabelliphilius* and *Rhinomolgus* are easily distinguished from the others by the characteristics found in the structure of the 2nd antenna and oral appendages. *Anthessius*, though closely related to the remaining genera, can be differentiated from them by the 3 segmented 2nd antenna. The remaining genera *Modiolicola*, *Paranthessius* and *Hermannella* (sensu lato) resemble each other so closely that a great deal of confusion has arosen in delimiting these genera. Illg (1949) has widened *Paranthessius* and included *Hermannella*, *Diogenidium* Edward, 1891, *Pseudolichomolgus* Pesta (non Thompson), 1909, *Pestalichomolgus* Wilson, 1932 in the genus *Paranthessius*. But he excluded *Modiolicola* from *Paranthessius* by the following reasons: absence of free prehensile rostrum; posession of the highly characteristic antenna with very much shortened 2nd segment accompanied by elongation of the 3rd and 4th segments; the reduction of the armature of the maxilla to a single unornamented seta. However, Reddiah and Williamson (1959) included *inermis* Canu and *maxima* (Thompson) in *Modiolicola*. These two species have the 2nd antenna differing in structure from that of *Modiolicola* defined by Illg. It is necessary, as Reddiah and Williamson pointed out the definition of the antennual character of *Modiolicola* given by Illg must be modified in order to include *inermis* and *maxima* in *Modiolicola*. On the other hand, Illg states that *Modiolicola* presents even less strong separation and it is possible that a further broadening of the definition of *Paranthessius* to include the forms now included in *Modiolicola* may become desirable. But it must be reminded that *Modiolicola* has priority over *Paranthessius*.

Several species of *Hermannella* have been transferred by Illg to *Paranthessius*. But *Hermannella* Canu is, so far as the setal formula of the swimming legs is concerned, more closely related to *Modiolicola* than to *Paranthessius*. The setal formula of the swimming legs of the genera *Modiolicola* Aurivillius, *Hermannella* Canu, and *Paranthessius* Claus are as follows:

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
Modiolicola														
P 1	1	0	1	0	5		I	0	I	1	I	4	I	II
P 2	1	0	2	0	3		III	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	2		IV	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	1	0		II		0	I	1	I	5	I	II
Hermannella														
P 1	1	0	1	0	5		I	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3		III	0	I	1	I	4	I	III
P 3	1	0	2	0	2		III	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	1	0		II		0	I	1	I	5	I	II
Paranthessius														
P 1	1	0	1	0	5		I	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3		III	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	2		III	0	I	1	I	5	I	II
P 4	1	0	2	0		III		0	I	1	I	5	I	II

As seen above it is desirable to retain the genus *Hermannella* Canu or, if necessary, transfer it into *Modiolicola* with the revision of the antennual character of *Modiolicola* Aurivillius.

Sewell (1949) has separated a genus from *Hermannella* under the name *Prehermanella* on the basis of the differences found in the structure of the 2nd antenna and the number of spines on the distal segment of the endopod of the 4th leg. He has included in the genus *prehensilis* Sars, *robustus* Thompson and Scott, *serendibica* Thompson and Scott, *nicobarica* Sewell, and *adduensis* Sewell, in which the 2nd antenna is prehensile, and *finmarchia* T. Scott, *tenuicaudis* Sars, and *brevicauda* Sewell in which the 2nd antenna is non-prehensile. These species have each 5 spines on the distal segment of the endopod of the 4th leg but the 2nd antenna differs clearly in structure between prehensile and non-prehensile types. The prehensile type is provided with a stout claw on the 3rd segment of the 2nd antenna, and non-prehensile type with 3 setae and a single setiform spine on the same segment. The genus *Hermannella* has the species provided both with prehensile and non-prehensile types in the 2nd antenna. It seems to be irrational to put both types, prehensile and non-prehensile, in a same genus, but it is also undesirable to differentiate further new genera from *Hermannella* and *Prehermannella* according to the antennual character.

Illg (1949) emphasized on the structural difference of the rostrum between *Modiolicola* and *Paranthessius*. In the former the rostrum is not prehensile, whereas, it is free and prehensile in the latter. It is sometimes very difficult to distinguish to what type a rostrum belongs.

For instance, in *Paranthessius saxidomi* Illg the posterior end of the rostrum is not pointed, and resembles in shape that of *Modiolicola inermis* Canu which is according to Illg non-prehensile. It is easily recognizable that a rostrum is prehensile when it is long and pointed at the apex as is found in most of the species of *Paranthessius* described by Illg. It is, indeed, of great necessity to describe exactly the complicated structure of the cephalic appendages in delimiting the genera of Poecilostoma, on the other hand, it is also necessary to pay attention to the ornamentation of the swimming legs. The setal formula of the swimming legs is sometimes an important generic character as is found in *Paraclanus* Boeck and *Acrocalanus* Giesbrecht.

Genus ***Lichomolgus*** Thorell, 1860

There have many species of *Lichomolgus* been known from invertebrates, such as starfishes, pelecypods, and ascidians etc. The followings are reported from the pelecypods: *Lichomolgus spondyli* Yamaguchi, 1936, from the mantle cavity of *Spondylus japonicus* Kuroda from Wakayama Prefecture; *L. leptodermata* Gooding, 1957, from *Laevicardium crassum* (Gmelin) from Plymouth; *L. arcanus* Humes, 1958, from *Arca senilis* Linné from the West Africa; *L. asaphidis* Humes, 1958, from *Asaphis rugosa* Lamarck from Madagascar. These species are very closely related each other in general appearance and in the structure of the oral appendages and swimming legs.

Lichomolgus inflatus sp. nov.

(Plate 30, figs. 1–8; Plate 31, figs. 1–10; Plate 32, figs. 1–5)

Occurrence.—One female and one male from the mantle cavity of the *Paphia* from Sasebo Bay, on 14th June, 1960.

Descriptive Notes.—Female. Length, 1.30 mm.

The body cyclopoid. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 57 to 43. The anterior region inflated laterally, about 1.6 times as long as wide. The head separates from the 1st thoracic segment. The following segments gradually diminish in width. The 4th segment about half as broad as the head. The rostrum large (Fig. 3), produced considerably below and pointed at the apex when viewed from the lateral. In ventral aspect the posterior margin narrowly rounded and has another line of demarcation which represents the distal margin of the depressed area of the rostrum (Fig. 2)

The posterior region of the body (Fig. 4) has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	14	29	12	10	11	24=100

The genital segment is much inflated on its shoulders and then suddenly shrinks at the distal one third of the segment. The segment has a small seta on each side near the genital area. The distal border of the segment is devoid of spinules. The following 3 segments are not striated with spinules on the distal margin. The furcal rami a little more than 5 times as long broad. The distal margin of the ramus carries 4 setae of which the middle two articulate with the ramus as shown in the figure (Fig. 5). The specimen had a pair of egg sacs on the dorso-lateral margins of the genital segment. Each sac contained about 40–50 eggs.

The 1st antenna (Fig. 6) 7–segmented. The segments are in the following proportional length:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	20	26	9	17	14	9	5=100

The 1st segment has a robust seta on the outer distal corner. In the 3rd segment there is a feeble line of demarcation which divides the segment in the proportions as 1 to 3 on the posterior margin.

The 2nd antenna 4–segmented. The 3rd segment is the shortest and is furnished with 3 setae. The 4th segment has a strong curved spine and 3 setae on the distal margin. The 1st and 2 segments are each furnished with a small seta (Fig. 7). The labrum with a V–shaped indentation (Fig. 8).

The mandible (Fig. 1) with a single long tapering lappet finely spinose on either edge.

The 1st maxilla (Fig. 1) very simple with 2 apical setae slightly differing in lengths. The 2nd maxilla (Fig. 2) 2–segmented. The basal segment robust. The distal segment terminates into a long curved spine furnished with spinules which are longer and stronger towards the base. Another spine furnished with spinules in the similar way as in the larger one, and a small seta arise near the base of the curved spine.

The maxilliped (Plate 30, fig. 8) 4–segmented. The 1st segment is short and small. The 2nd and 3rd segments are of about equal lengths. The distal segment is small and pointed at the apex, and devoid of any ornamentation.

The 1st to 4th swimming legs (Figs. 3, 4, 5, 6) have each 3–segmented exopod and endopod with the exception of the endopod of 4th leg which has only 2 segments. Their setal formula as follows:

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	2	I	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	2	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	II					0	I	1	I	5	I	II

The 5th pair of legs is very small and 2–segmented. The basal segment carries an inner marginal seta. The distal segment has an apical spine and a seta. The spine is fringed with a sort of lamella on the inner margin (Fig. 7).

Male. Length, 0.96 mm.

General appearance as in the female. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 54 to 46. The head almost fused with the 1st thoracic segment. The 5th thoracic segment small. The posterior region of the body has the segments in the proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	9	37	8	10	8	10	18=100

The genital segment is oval in shape, carries on each side of the distal lateral margin 2 small spines which represent the 6th leg. The 2nd segment rounded in shape (Fig. 8). The furcal rami 4 times as long as wide. The spermatophore large.

The 1st antenna 7–segmented, has the segments in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	16	28	10	18	15	10	3=100

The aesthetasks are found on the 2nd, 4th, 5th, and 6th segments (Fig. 10).

The 2nd antenna (Plate 32, fig. 1), mandible, 1st and 2nd maxillae as in the female. The maxilliped (Fig. 2) is transformed into a strong clasping organ; the 1st segment is short; the 2nd segment has 2 spines on the anterior margin about the middle of the segment; the 3rd segment is furnished with a long curved claw.

The 1st (Fig. 3) to 4th legs (Fig. 4) as in the female. The 5th leg (Fig. 5) as in the female but smaller in size. The 6th leg is composed of 2 small spines.

Remarks.—Up to the present time a number of species have been reported in the genus *Lichomolgus*. Among which *L. asaphidis* Humes, 1958, *L. spondyli* Yamaguchi, 1936 are very closely related to the present species. At first glance the species appears to be identical with *L. spondyli* but on closer examination it can be distinguished from it by the shape of the genital segment, the lengths of the terminal spines

on the 2nd segment of the endopod of the 4th leg, and also by the 5th pair of legs with longer and stronger apical spine on the distal segment.

Genus *Modiolicola* Aurivillius, 1883

The genus was established by Aurivillius to accomodate *Modiolicola insignis* from the mantle cavity of *Modiola vulgaris*. In addition to the type species the followings have been reported : *inermis* Canu, 1892, *mixima* (Thompson), 1893, *jamaicensis* Wilson, 1921, *gracilis* Wilson, 1935, *trabalis* Humes, 1958. Illg (1949) excluded *Modiolicola* from *Paranthessius* (sensu lato) chiefly by the form of the rostrum and the character of the 2nd antenna. Reddiah and Williamson accomodated *inermis* Canu and *maxima* (Thompson) in the genus *Modiolicola* which otherwise ought to be included in *Hermannella* or *Paranthessius*. It is probable that some of the species now included in *Hermannella* and *Paranthessius* will be transferred to *Modiolicola* (sensu lato) when the antennual character of *Modiolicola* (sensu stricto) is refined as Reddiah and Williamson proposed. The 2nd antenna is, indeed, one of the most important generic characters but it shows a considerable degree of variation in form even in the same genus. It seems to be unjustified to adhere too much to the form of the 2nd antenna, on the other hand, non-prehensile rostrum, reduced female maxilliped, and the ornamentation of the swimming legs are the characters to be noticed in differentiating *Modiolicola* from the other closely allied genera of Lichomolgidae.

Modiloicola bifida sp. nov.

(Plate 32, figs. 6–11; Plate 33, figs. 1–12; Plate 34, figs. 1–9; Plate 35, figs. 1–10)

Occurrence.—10 females, 4 males, and 5 immature males from the mantle cavity of *Paphia* from Sasebo Bay October and November, 1959. Two of the females were ovigerous.

Descriptive Notes.—Female. Length, 1.45–1.48 mm.

The body (Fig. 6) cyclopoid. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 57 to 43. The anterior region ovate, about 1.5 times as long as it is wide at the 1st thoracic segment. The head separates from the 1st thoracic segment. The frontal margin of the head rounded in dorsal aspect, and reflexed ventrally forming the rostrum when viewed from the lateral. The 4th thoracic segment is short, about half as long as the preceding. The

rostrum is narrowly rounded on the posterior margin, appears to be non-prehensile (Fig. 7).

The posterior region of the body (Fig. 8) has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	10	27	13	13	13	24=100

The genital segment squarish in shape, slightly longer than wide. The lateral margins of the segment slightly constricted at the middle. The segment has on each side of the dorso-lateral surface a small cresent fold furnished with a small triangular process and a seta. The segment is finely striated on the dorsal distal margin. The following 2 segments are also striated in the similar way as in the genital segment. The furcal rami 5 times as long as it is wide at the proximal, and carries on the distal margin 4 marginal setae and a small dorsal seta.

The 1st antenna (Fig. 9) 7–segmented. The segments are in the following proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	14	23	8	15	16	17	7=100

The 5th and 7th segments have each an aesthetask.

The 2nd antenna (Fig. 10) is composed of 4 segments of which the 2nd is the longest. The distal segment has 3 curved claws, 2 setae, and a marginal spine as shown in the figure.

The mandible (Fig. 11) as a usual lichomolgid type, finely spinose on either side, but the inner margin is setose only on the proximal one third of the lappet. Two of the proximal teeth on the outer margin enlarged.

The 1st maxilla (Fig. 1) simple, furnished with 4 marginal stae, of which the outer one is the longest. The 2nd maxilla (Fig. 2) 2–segmented. The basal segment broad. The 2nd segment is stylet-shaped; the outer margin is fringed with slender spinules gradually decreasing in size distally. The maxilliped (Fig. 3) 3–segmented. The 2nd segment has 2 spines distally. The distal segment terminates into a slightly curved unornamented claw.

The 1st to 4th swimming legs (Figs. 4, 5, 6, 7) have each 3-segmented exopod and endopod. The ornamentation of the legs as follows:

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	2	I	0	I	1	I	4	I	III
P 2	1	0	2	0	3	I	II	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	2	II	II	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	1	0		II		0	I	1	I	5	I	II

The endopod of the 4th leg has 2 apical spines subequal in lengths on the distal segment.

The 5th leg (Fig. 8) uniramous, articulated to the base represented by a slight expansion of the 5th thoracic segment. The basal seta present. The free segment is about 1.5 times as long as broad, carries 2 apical spines, of which the inner marginal is long and sickle-shaped, about 5 times as long as the free segment. The outer marginal spine is 2 times as long as the free segment. These spines are finely serrated along the outer margin.

Male. Length, 1.23 mm.

The male resembles female in general apparance (Figs. 9, 10). The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 54 to 46. The 5th thoracic segment is narrow, less than one third the width of the 1st thoracic segment. The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	7	30	8	11	10	11	23=100

The genital segment nearly squarish in shape, 1.3 times as wide as long. The lateral margins of the segment slightly knotched at the proximal one third of the segment and contracts suddenly at the distal end. The 6th leg is represented as usual with 2 small spines and a process on the distal lateral margins of the segment (Figs. 9, 11). The specimen had a paired spermatophores. The 2nd to 4th segments are striated with fine spinules only on the ventral distal margin. The furcal rami 4.3 times as long as it is wide at the proximal.

The 1st antenna (Fig. 1) 7-segmented. The segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	12	27	8	15	15	15	8=100

The 2nd, 4th, and 5th segments are each furnished with an aesthetask.

The 2nd antenna and mandible (Figs. 2, 3) are as in the female. The 1st maxilla (Fig. 4) much reduced. The 2nd maxilla (Fig. 5) as in the female. The maxilliped (Fig. 6) well developed, 3-segmented; the 1st and 2nd segments are long; the 2nd segment is furnished with rows of strong spinules as shown in the figure; the 3rd segment is transformed into a long sickles-haped claw.

The 1st to 4th swimming legs (Figs. 7, 8, 9) as in the female. The 5th leg (Plate 33, fig. 12) small in size.

Immature male. Length, 1.05 mm.

The body rather elongate. The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 66 to 34. The head separates from the 1st thoracic segment. The lateral margins of the 2nd to 4th segments are irregular in shape (Fig. 1). The rostrum produced ventrally, rounded at the apex (Fig. 2).

The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	Furca
	14	32	17	17	22	28=100

The genital segment rounded in shape, carries on each side of the distal margin a small lateral process furnished with short spines as shown in the figure (Fig. 3). The 2nd and 3rd segments are striated with fine spinules on the ventral distal margin. The 4th segment is long. The furcal rami more than 3 times as long as broad (10 : 3).

The 1st antenna (Fig. 4) 7-segmented. The segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	15	20	8	15	18	15	9=100

The cephalic appendages and 1st to 4th swimming legs (Figs. 5, 6, 7, 8, 9) as in the female. The 5th leg (Fig. 10) as in the male.

Remark.—The present species has the 2nd antenna which differs in form from that of *Modiolicola insignis* Aurivillius. However, it seems reasonable to regards the species as a member of the genus *Modiolicola* following the examples given by Reddiah and Williamson (1959). The female 5th leg of the present species resembles that of *M. insignis* in having a long inner marginal spine but can be distinguished from it in the form of the free segment which is slender in the present species. The male resembles closely that of *insignis* except in having slender furcal rami in the present species. The immature male can be recognized by the 4-segmented abdomen and the long segment which will be divided into two in the final moult.

Genus ***Anthessius*** Della Valle, 1883

Pseudomolgus Sars, 1918, p. 181.

Sewell (1949) has recorded the occurrence of *Anthessius brevifurca* Sewell from Maladive Archipelago and *A. investigatoris* Sewell from Andaman Island by weed washings. Illg (1960) reviewed *Anthessius* and described three new species from the North Pacific Ocean. There have about 16 species of *Anthessius* been recorded of which *A. pinnae* Humes appears to be a single species associated with the pelecypods.

Anthessius pectinis sp. nov.

(Plate 36, figs. 1–10; Plate 37, figs. 1–8)

Occurrence.—2 females and 1 male from the mantle cavity of *Pecten laqueatus* Sowbery from Sasebo Bay on 4th February, 1960.

Descriptive Notes.—Female. Length, 3.17 and 2.95 mm.

The body cyclopoid. The anterior and posterior regions of the body have the proportional lengths as 45 to 55. The anterior region is 1.5 times as long as broad. The head separates from the 1st thoracic segment. The frontal margin of the head protruded in a bulge between the bases of the widely separated 1st antenna (Figs. 1, 2). This protrusion extends posteriorly in a plate-like expansion beyond the bases of the 1st antenna. The lateral margins of the 2nd to 4th thoracic segments are rounded.

The posterior region of the body has the segments in the following proportional length:

Segment	Th. 5	Abd. 1–2	3	4	5	Furca
	10	26	13	9	14	28=100

The 5th thoracic segment has lateral expansions to which the pair of legs articulated. The genital segment (Fig. 3) expands laterally with complex structure of the genital openings and sites of attachment of egg sacs on the dorso-lateral surface. The integument is furnished with small granules both on the dorsal and ventral surfaces. The furcal rami long and slender, 12 times as long as it is broad at the distal end. The rami are provided with groups of the granules.

The 1st antenna (Fig. 4) 7–segmented. The segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	18	40	3	17	12	5	5=100

The segmentation between the 2nd and 3rd segments is complicated. The 2nd segment has on the distal margin an additional small segment though it is incompletely separated from the 2nd segment proper. This additional segment is incompletely separated from the 3rd segment on the anterior half of the segment. The distal 2 segments have each an aesthetask.

The 2nd antenna (Fig. 5) 3–segmented. The 1st segment with a strong seta. The 2nd segment with an inner marginal seta. The 3rd segment has a strong curved spine and 2 slender ones on the distal margin; the outer margin of the segment carries 2 small setae, and the inner margin with 4 setae in all; the proximal margin of the segment is furnished with a row of minute granules.

The labrum is large and widespread but not deep. The mandible (Fig. 6) has 2 lashes furnished with spinules along the anterior margin. The anterior lash is longer than the posterior one, and has 2 proximal spinules much bigger than the remainders. The 1st maxilla (Fig. 7) elongate, flaring in the apical margin which is furnished with 4 setae, of which the outer one is based on a well-defined process. The inner margin of the segment is furnished with a seta.

The 2nd maxilla (Fig. 8) is characteristic. The basal segment is broad and furnished with a strong claw on the posterior corner (in

situ). The terminal segment forms a lappet provided with about 15 strong spinules on the anterior margin, of which the proximal 3 are rather delicate. A plumose seta arises near the base of the terminal segment.

The maxilliped (Fig. 8) 3-segmented, with indistinct segmentation and poor ornamentation. The 2nd segment articulate with the following segments in almost at a right angle. The terminal segment is furnished with 2 small spines.

The maxilliped (Fig. 8) 3-segmented, with indistinct segmentation and poor ornamentation. The 2nd segment articulate with the following segments in almost at a right angle. The terminal segment is furnished with 2 small spines.

The 1st to 4th legs (Fig. 9; Plate 37, figs. 1, 2, 3) have each 3-segmented exopod and endopod. The 1st basal segment of the legs are each furnished with several spines on the outer distal margin. The 1st segment of the exopod of the 1st to 4th legs are each furnished with denticles on the outer margin. The 4th leg has 3 outer marginal spines on the 3rd segment of the exopod. The setal formula of the legs as follows:

	Endopod							Exopod						
	1		2		3			1		2		3		
	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se	Si	Se	Si	Se	Si	St	Se
P 1	1	0	1	0	3	2	I	0	I	1	I	4	1	III
P 2	1	0	2	0	2	I	III	0	I	1	I	5	I	III
P 3	1	0	2	0	2	I	III	0	I	1	I	5	I	III
P 4	1	0	2	0	1	I	III	0	I	1	I	5	I	III

The 5th leg (Fig. 10) nearly quadrate in shape with one free segment attached to the body proper. The basal seta present. The distal margin of the free segment carries 3 strong spines of about equal lengths and a slender seta arising between the middle and inner marginal spines. The inner as well as the outer margin of the segment are furnished with spinules. The posterior surface of the segment is furnished with scattered small granules.

Male. Length, 2.00 mm.

General appearance as in the female (Fig. 4). The anterior and posterior regions of the body are in the proportional lengths as 48 to 52. The posterior region of the body has the segments in the following proportional lengths:

Segment	Th. 5	Abd. 1	2	3	4	5	Furca
	8	21	11	9	7	16	28=100

The genital segment slightly wider than long (25 : 22), carries a pair of 6th legs represented by 2 small spines. The furcal rami (Fig. 5) about 12 simes as long as it is broad at the distal end.

The 1st antenna (Fig. 6) 7-segmented. The segments are in the proportional lengths:

Segment	1	2	3	4	5	6	7
	18	38	4	18	12	5	5=100

The segmentation between the 2nd and 3rd segments is complicated as in the female. The aesthetasks are found on the 2nd (3), 4th (1), 6th (1), and 7th (1) segments.

The 2nd antenna, mandible, and 1st and 2nd maxillae (Fig. 7) are as in the female. The maxilliped (Fig. 7) is transformed into a strong clasping organ; the 1st segment has a group of spinules on the outer distal corner; the 2nd segment is furnished with rows of spinules on the outer as well as the inner margins; the distal segment is prolonged into a long claw.

The 1st to 4th legs as in the female. The 5th leg (Fig. 8) as in the female but the terminal seta arising between the middle and inner marginal spines is very small.

Remarks. The present species is very closely allied to *Anthessius lighti* Illg but is easily distinguished from the latter in the structure of the 2nd maxilla and in the shape of the 5th pair of legs.

References

Bācescu, M. and F. Pór, 1959. Cyclopidae commensale (Clausidiidae si Clasiidae) din Marea Neagra si descriera uni gen nou *Pontoclausia* gen. nov. Omagius lui Traian Savulescu cu prilejul implinrii a 70 de ani. pp. 11-30, 7 pls.

Gooding, R. U., 1957. On some copepods from Plymouth, mainly associated with Invertebrates, including three new species. Jour. Mar. Biol. Ass. U. K., Vol. 36, pp. 195-221, 6 figs.

Hoshina, T. and Y. Sugiura, 1953. On two new species of parasitic copepods of mollusca. Jour. Tokyo Univ. Fish., Vol. 40, No. 1, pp. 25-29, 2 pls.

Humes, A. G., 1953. *Ostrincola gracilis* C. B. Wilson, a parasite of marine pelecypods in Louisiana. Tulane Studies in Zoology, Vol. 1, No. 8, pp. 99-107, 22 figs.

———, 1958. Copepodes parasites de Mollusques a Madagascar. Memoires de l'institut scientifique de Madagascar Sériè F. Tome II, pp. 285-342, 268 figs.

———, 1958. Four new species of Lichomolgid copepods parasitic on West Africa Starfishes. Bull. Inst. fraç. Afr. noire T. 20, Ser. A, no. 3, pp. 921-942. pp. 330-341, 10 pls.

——— and Cressey, 1958. Copepod parasites of Mollusks in West Africa. Ibid., No. 3, pp. 921-942.

Illg, P. L., 1949. A review of the copepod genus *Paranthessius* Claus. Proc. U. U. Nat. Mus., Vol. 99, No. 3245, pp. 391-42, 37 figs.

———, 1960. Marine copepods of the genus *Anthessius* from the Northeastern Pacific Ocean. Pacific Science, Vol. XIV, No. 4, pp. 337-372, 125 figs.

Nicholls, A. G., 1944. Littoral copepoda from South Australia (II): Calanoida, Cyclopoida, Notodelphyoida, Monstrilloida and Caligoida. Rec. S. Aust. Mus., Vol. 8, No. 1, pp. 1–62, 28 figs.

Reddiah, K., 1959. A new Lichomolgid copepod, ***Paranthessius colmani***, n. sp. from the *Laevicardium crassum* (Gmelin) (Lamellibranchiata-Cardiidae). Ann. Mag. nat. Hist., Ser. 13, Vol. 1, pp. 439–443.

———, and D. I. Williamson, 1959. On ***Modiolicola inermis*** Canu and ***Modiolicola maxima*** (Thompson), Lichomolgid copepods associated with Pectinid Lamellibranchs. Ann. Mag. nat. Hist., Ser. 14, Vol. 1, pp. 689–701, 3 figs.

Sars, G. O., 1913–1918. An Account of Crustacea of Norway, Copepoda, Cyclopoida.

Sewell, R. B. S., 1949. The littoral and semi-parasitic Cyclopoida, the Monstrilloida and Notodelphyoida. Sci. Reps. John Murray Exped. Vol. 9, No. 2, 199 pp., 41 figs., map.

Wilson, C. B., 1932. The copepods of the Woods Hole region Massachusetts. Bull. U. S. Nat. Mus., No. 158, 635 pp.

———, 1944. Parasitic copepods in the United States National Museum. Proc. U. S. Nat. Mus., Vol. 94, pp. 529–582, pls. 20–34.

Wilson, M. S. and P. L. Illg, 1955. The family Clausiidae (Copepoda Cyclopoida). Proc. Biol. Soc. Washington, Vol. 68, pp. 129–142.

Wright, R. R., 1886. On a parasitic copepod of the clam. Amer. Naturalist, Vol. 19, No. 2, pp. 118–124, figs. 1–10.

Yamaguchi, S., 1936. Parasitic copepods from Molluscus of Japan. Jap. Jour. Zool., Vol. 7, No. 1, pp. 113–127, pls. VII—XIII.

Fishery Research Laboratory, Kyushu University,
Tsuyazaki, near Fukuoka, Japan

Explanation of Plates

Plate 22

Myicola ostreae Hoshina and Sugiura, female.

Fig. 1.	Dorsal view.	× 67
Fig. 2.	Rostrum, ventral view.	×134
Fig. 3.	Frontal margin of head, lateral view.	×135
Fig. 4.	First antenna.	×200
Fig. 5.	Mouth part.	×270
Fig. 6.	Second antenna.	×400
Fig. 7.	Mandible and 1st maxilla.	×400
Fig. 8.	Second maxilla.	×400
Fig. 9.	Fifth leg.	×400

Plate 23

Myicola ostreae Hoshina and Sugiura, female.

Fig. 1.	Dorsal view.	× 67
Fig. 2.	Mouth part.	×270
Fig. 3.	First antenna.	×270
Fig. 4.	Furca.	×134
Fig. 5.	Genital segment, ventral view.	×134
Fig. 6.	First leg, anterior aspect.	×270
Fig. 7.	Fourth leg.	×270
Fig. 8.	Fifth leg.	×400

Plate 24

Ostrincola koe sp. nov., female.

Fig. 1.	Dorsal view.	× 67
Fig. 2.	Abdomen, lateral view.	×134
Fig. 3.	Head, lateral view.	×134
Fig. 4.	Mouth part.	×134
Fig. 5.	First antenna.	×270
Fig. 6.	Second antenna.	×270
Fig. 7.	Mandible and 1st maxilla.	×270
Fig. 8.	Second maxilla.	×270
Fig. 9.	Fifth leg.	×270

Plate 25

Ostrincola koe sp. nov., female (continued).

Fig. 1.	First leg.	×270
Fig. 2.	Second leg.	×270
Fig. 3.	Endopod of 3rd leg.	×270
Fig. 4.	Fourth leg.	×270

Ostrincola koe sp. nov., male.

Fig. 5.	Abdomen, ventral view.	×134
Fig. 6.	Maxilliped.	×270
Fig. 7.	Fifth leg.	×270

Plate 26

Ostrincola japonica sp. nov., female.

Fig. 1. Dorsal view. × 67
Fig. 2. Frontal margin of head, ventral view. ×134
Fig. 3. Head, lateral view. ×134
Fig. 4. Abdomen, lateral view. ×134
Fig. 5. Furca. ×270
Fig. 6. First antenna. ×270
Fig. 7. Second antenna. ×270
Fig. 8. Mandible and 1st maxilla. ×400
Fig. 9. Second maxilla. ×400
Fig. 10. Mouth part. ×270
Fig. 11. Fifth leg. ×270

Plate 27

Ostrincola japonica sp. nov., male

Fig. 1. Dorsal view. × 67
Fig. 2. Abdomen, lateral view. ×134
Fig. 3. First antena. ×270
Fig. 4. Second antenna. ×270
Fig. 5. Maxilliped. ×270
Fig. 6. First leg. ×270
Fig. 7. Fifth leg. ×270

Conchyliurus quintus sp. nov., female.

Fig. 8. Dorsal views. × 67
Fig. 9. Abdomen, lateral view. × 67
Fig. 10. First antenna. ×270

Plate 28

Conchyliurus quintus sp. nov., female (continued).

Fig. 1. Genital segment, ventral view. × 67
Fig. 2. Second antenna. ×270
Fig. 3. Mandible, 1st and 2nd maxillae and maxilliped ×270
Fig. 4. First amxilla. ×270
Fig. 5. First leg. ×270
Fig. 6. Fourth leg. ×270
Fig. 7. Fifth leg. ×270

Conchyliurus quintus sp. nov., male.

Fig. 8. Dorsal view. × 67

Plate 29

Conchyliurus quinlus sp. nov., male (continued).

Fig. 1. Head, latersl view. × 67
Fig. 2. Genital segment, ventral view. ×134
Fig. 3. Abdomen, lateral view. × 67
Fig. 4. Maxilliped. ×270
Fig. 5. Second leg, endopod. ×270
Fig. 6. Endopod of 3rd leg. ×270
Fig. 7. Fifth leg, ventral aspect. ×270

Plate 30

Lichomolgus inflatus sp. nov., female.

Fig. 1. Dorsal view. × 67
Fig. 2. Rostrum, ventral view. ×134
Fig. 3. Head lateral view. ×134
Fig. 4. Abdomen, lateral view. × 67
Fig. 5. Furca. ×134
Fig. 6. First antenna. ×134
Fig. 7. Second antenna. ×134
Fig. 8. Mouth part. ×270

Plate 31

Lichomolgus inflatus sp. nov., female (continued).

Fig. 1. Mandible and 1st maxilla. ×270
Fig. 2. Second maxilla. ×270
Fig. 3. First leg. ×134
Fig. 4. Second leg. ×134
Fig. 5. Third leg. ×134
Fig. 6. Fourth leg. ×134
Fig. 7. Fifth leg. ×270

Lichomolgus inflatus sp. nov., male.

Fig. 8. Dorsal view. × 67
Fig. 9. Furca. ×270
Fig. 10. First antenna. ×270

Plate 32

Lichomolgus inflatus sp. nov., male (continued).

Fig. 1. Second antenna. ×270
Fig. 2. Maxilliped. ×270
Fig. 3. First leg. ×270
Fig. 4. Fourth leg. ×270
Fig. 5. Fifth leg. ×270

Modiolicola bifida sp. nov., female.

Fig. 6. Dorsal view. × 47
Fig. 7. Rostrum, ventral views. ∞134
Fig. 8. Abdomen, lateral view. × 67
Fig. 9. First antenna. ×134
Fig. 10. Second antenna. ×134
Fig. 11. Mandible. ×270

Plate 33

Modiolicola bifida sp. nov., female (continued).

Fig. 1. First maxilla. ×270
Fig. 2. Second maxilla. ×270
Fig. 3. Maxilliped. ×270
Fig. 4. First leg. ×134
Fig. 5. Endopod of 2nd leg. ×134
Fig. 6. Third leg. ×134

Fig. 7. Fourth leg. ×134
Fig. 8. Fifth leg. ×270

Modiolicola bifida sp. nov., male.

Fig. 9. Dorsal view. × 67
Fig. 10. Head, lateral view. ×134
Fig. 11. Abdomen, lateral view. × 67
Fig. 12. Fifth leg. ×270

Plate 34

Modiolicola bifida sp. nov., male (continued).

Fig. 1. First antenna. ×134
Fig. 2. Second antenna. ×270
Fig. 3. Mandible. ×270
Fig. 4. First maxilla. ×270
Fig. 5. Second maxilla. ×270
Fig. 6. Maxilliped. ×270
Fig. 7. First leg. ×270
Fig. 8. Endopod of 3rd leg. ×270
Fig. 9. Fourth leg. ×270

Plate 35

Modiolicola bifida sp. nov., male, juv.

Fig. 1. Dorsal view. × 67
Fig. 2. Head, lateral view. ×134
Fig. 3. Abdomen, lateral view. ×134
Fig. 4. First antenna. ×270
Fig. 5. Second antenna. ×270
Fig. 6. First maxilla. ×270
Fig. 7. Second maxilla. ×270
Fig. 8. Maxilliped. ×270
Fig. 9. Fourth leg. ×270
Fig. 10. Fifth leg. ×270

Plate 36

Anthessius pectinis sp. nov., female.

Fig. 1. Dorsal view. × 27
Fig. 2. Frontal margin of head, ventral view. × 67
Fig. 3. Genital segment, dorsal view. ×134
Fig. 4. First antenna. ×134
Fig. 5. Second antenna. ×270
Fig. 6. Mandible. ×270
Fig. 7. First maxilla. ×270
Fig. 8. Second maxilla and maxilliped. ×134
Fig. 9. First leg. ×134
Fig. 10. Fifth leg, anterior aspect. ×134

Plate 37

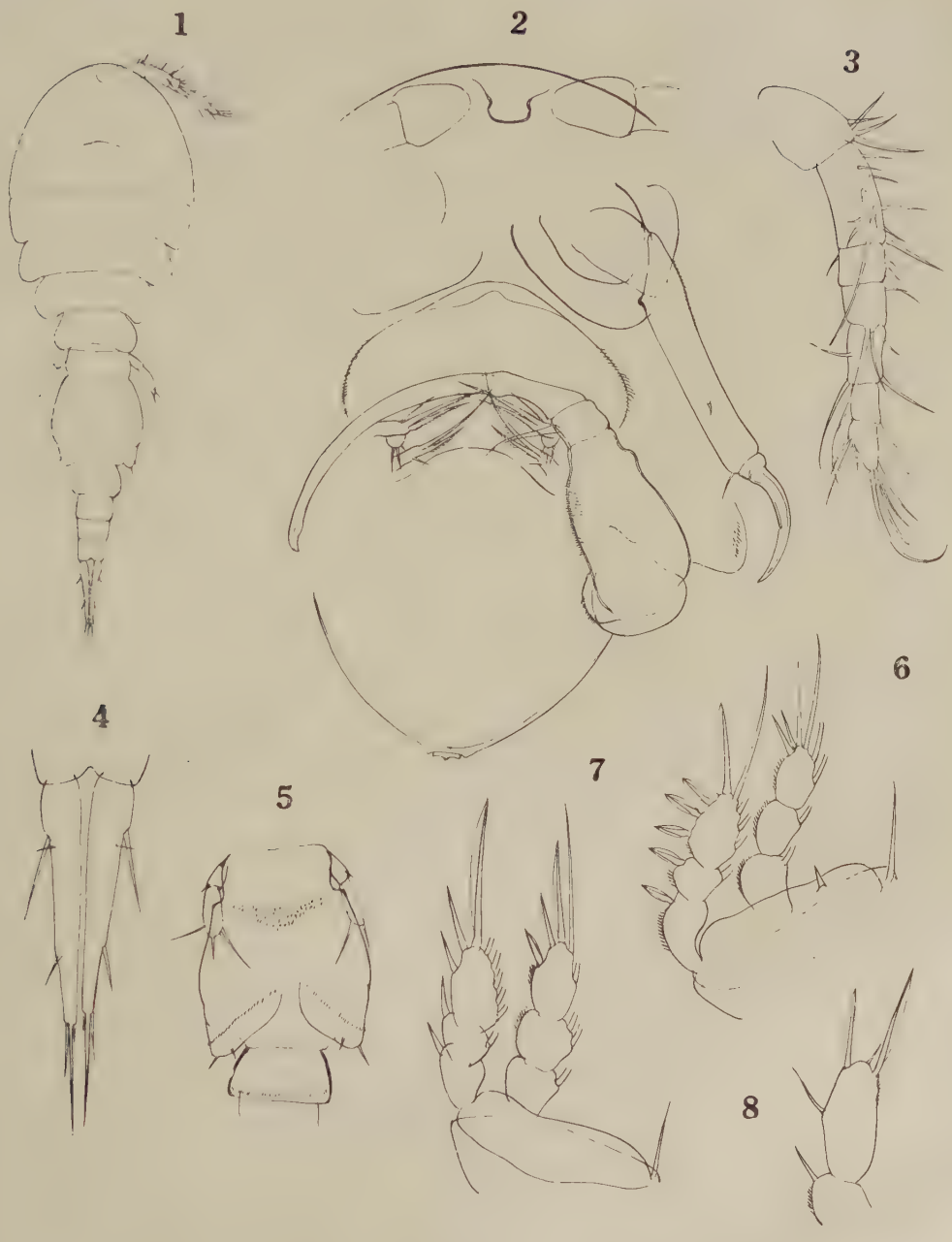
Anthessius pectinis sp. nov., female (continued).

Fig. 1. Second leg. ×134
Fig. 2. Exopod of 4th leg. ×134
Fig. 3. Endopod of 4th leg. ×134

Anthessius pectinis sp. nov., male.

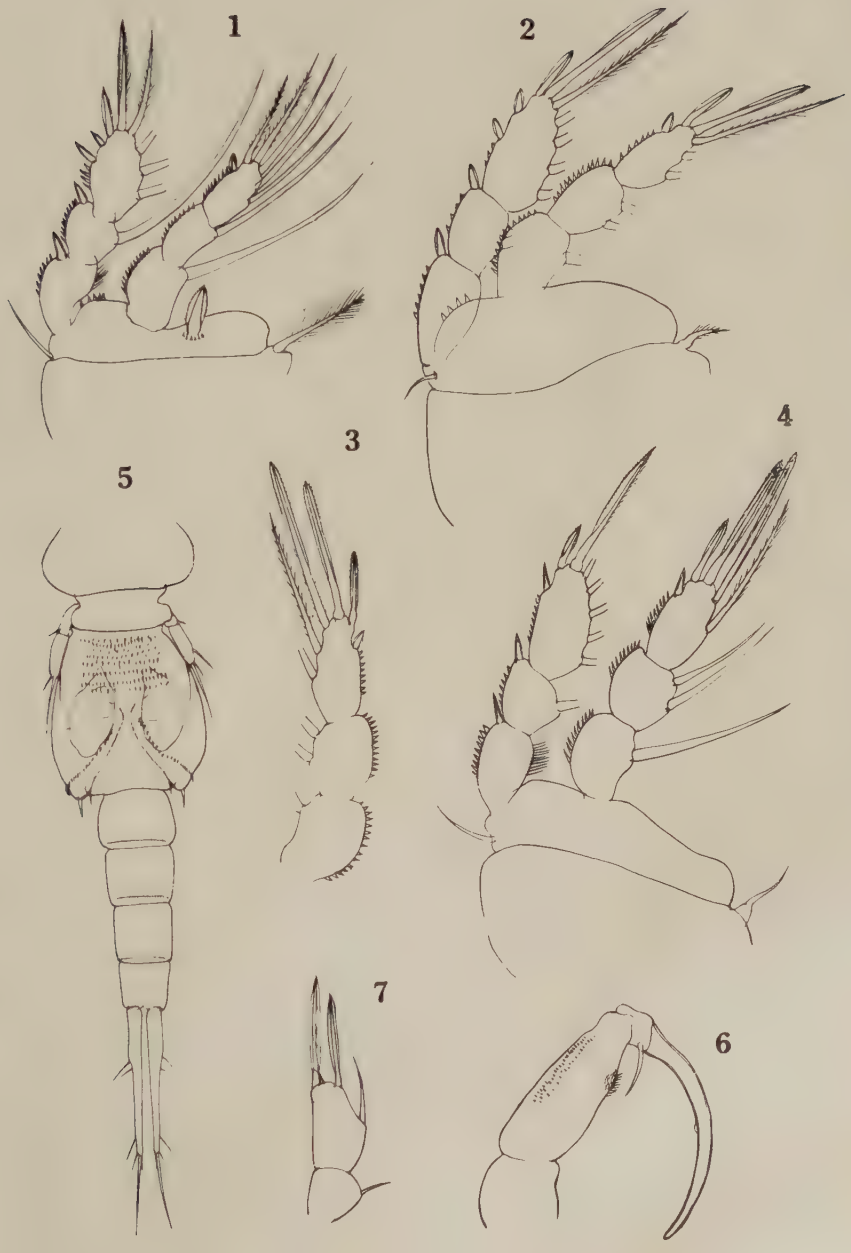
Fig. 4. Dorsal view. × 27
Fig. 5. Furca. × 67
Fig. 6. First antenna. ×134
Fig. 7. Mouth part. ×134
Fig. 8. Fifth leg. ×134

On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu

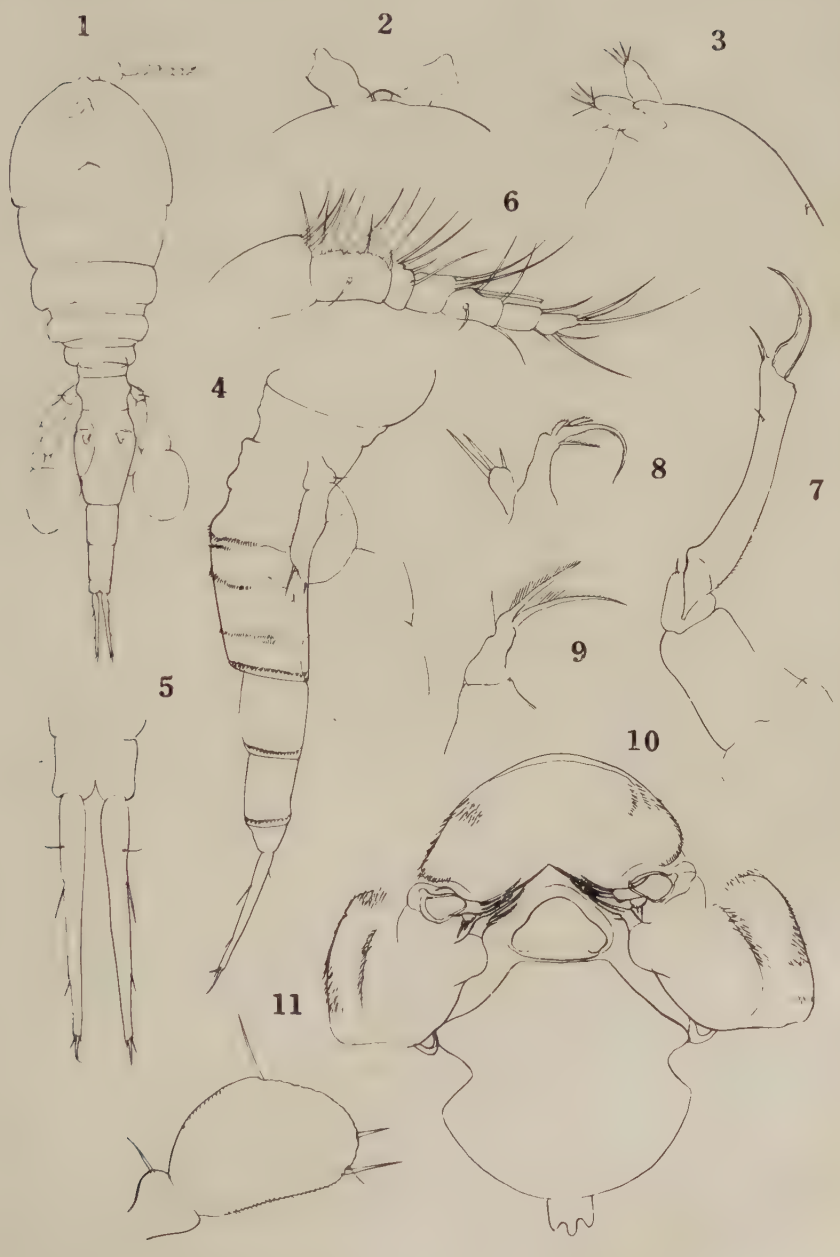


On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu

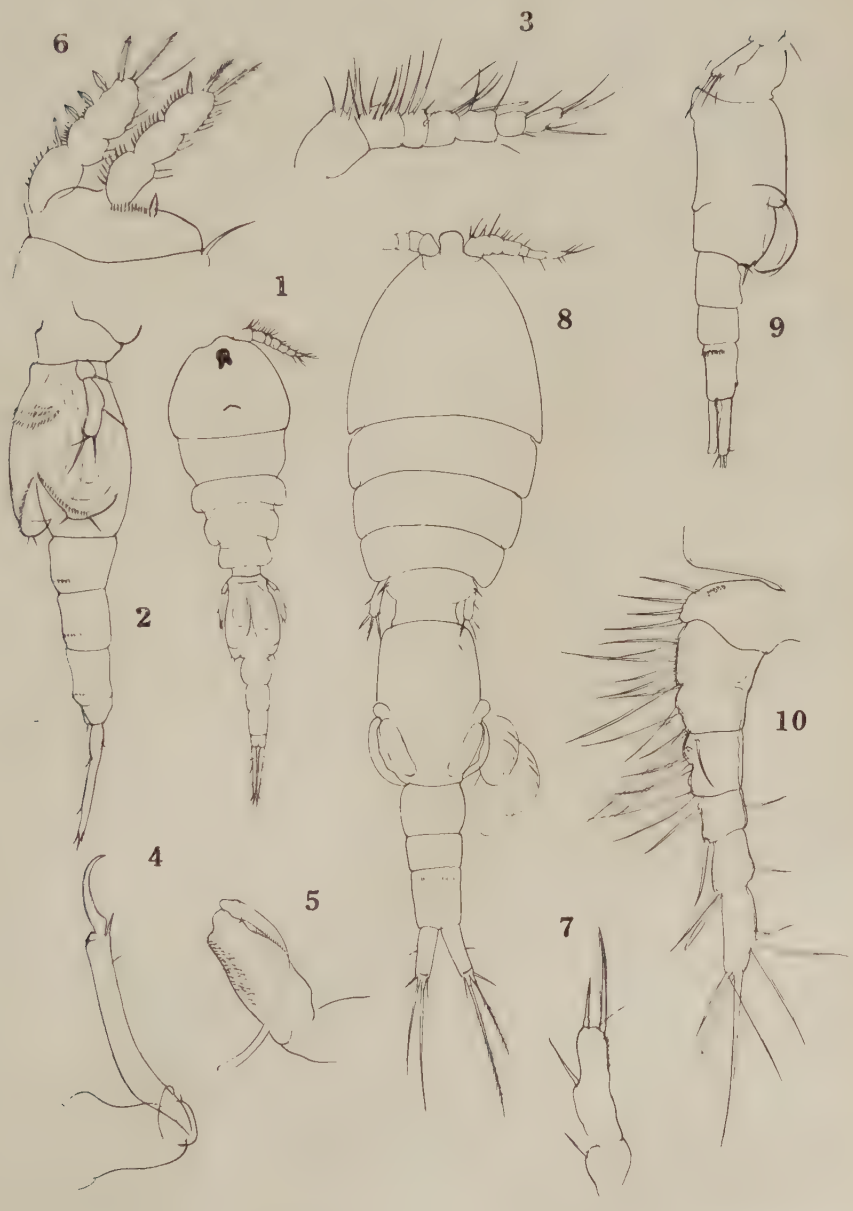
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



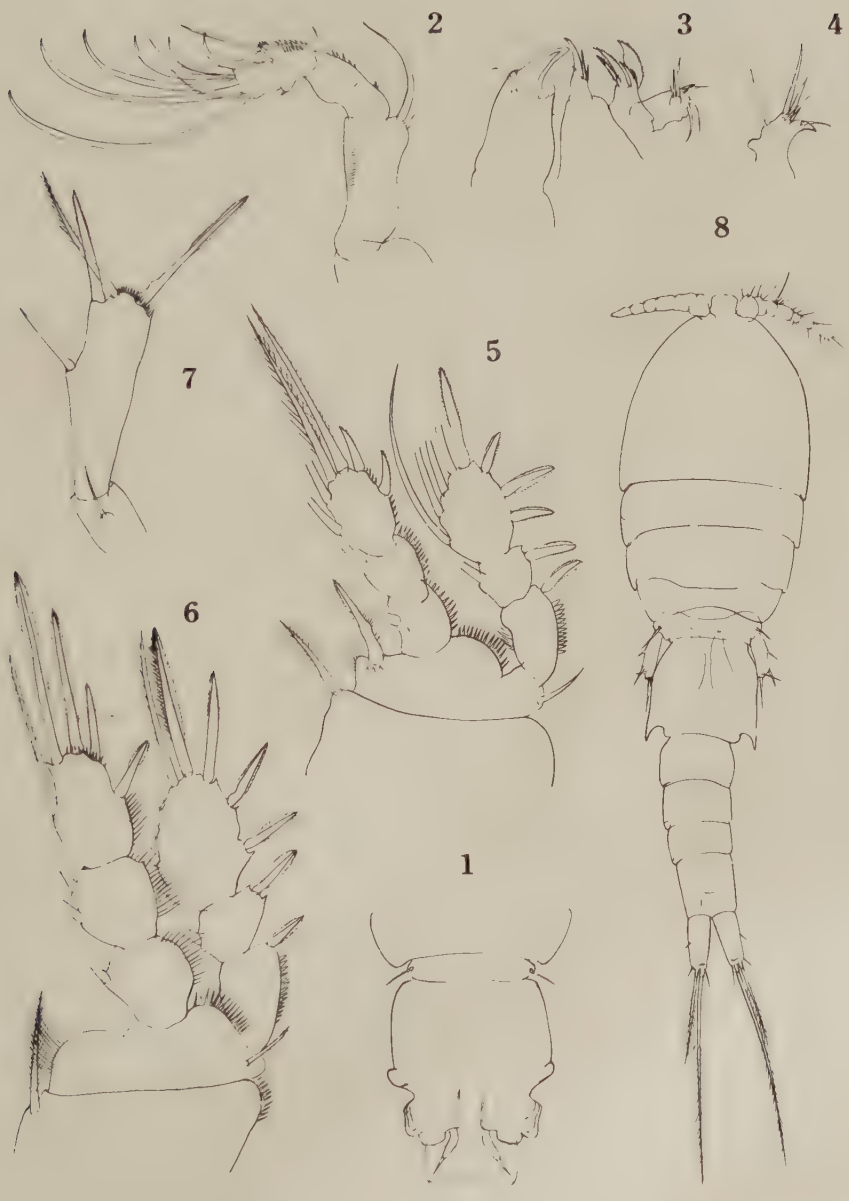
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



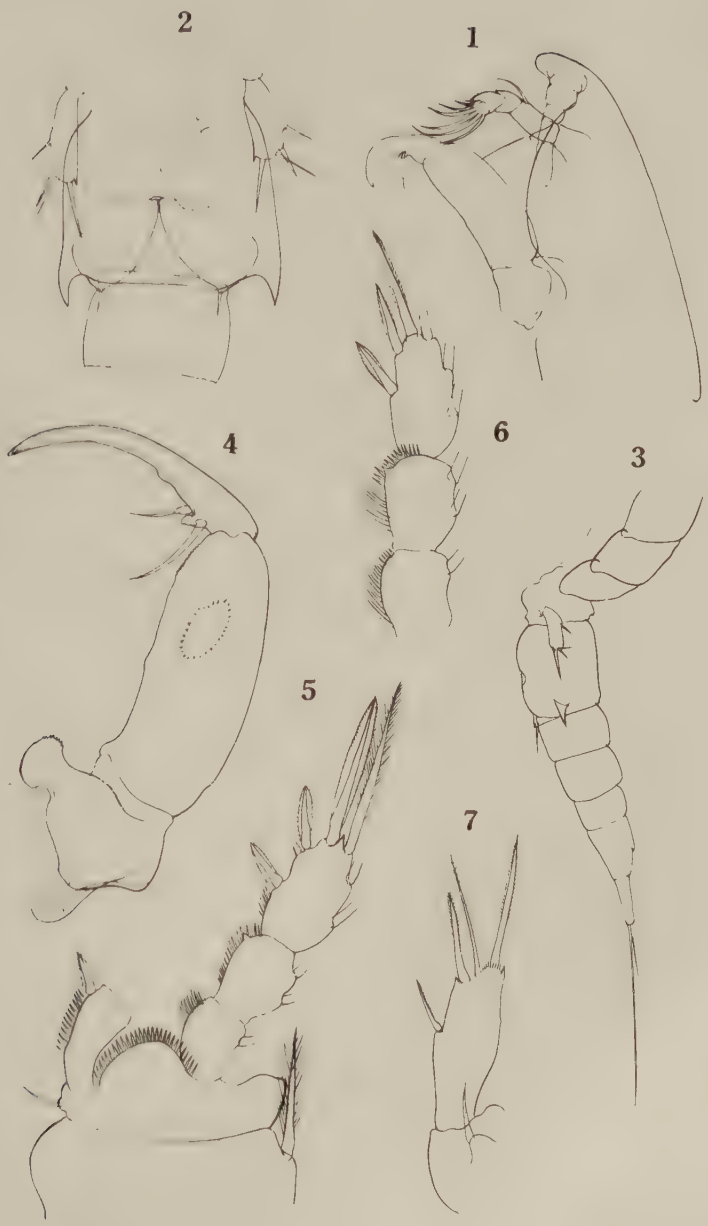
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



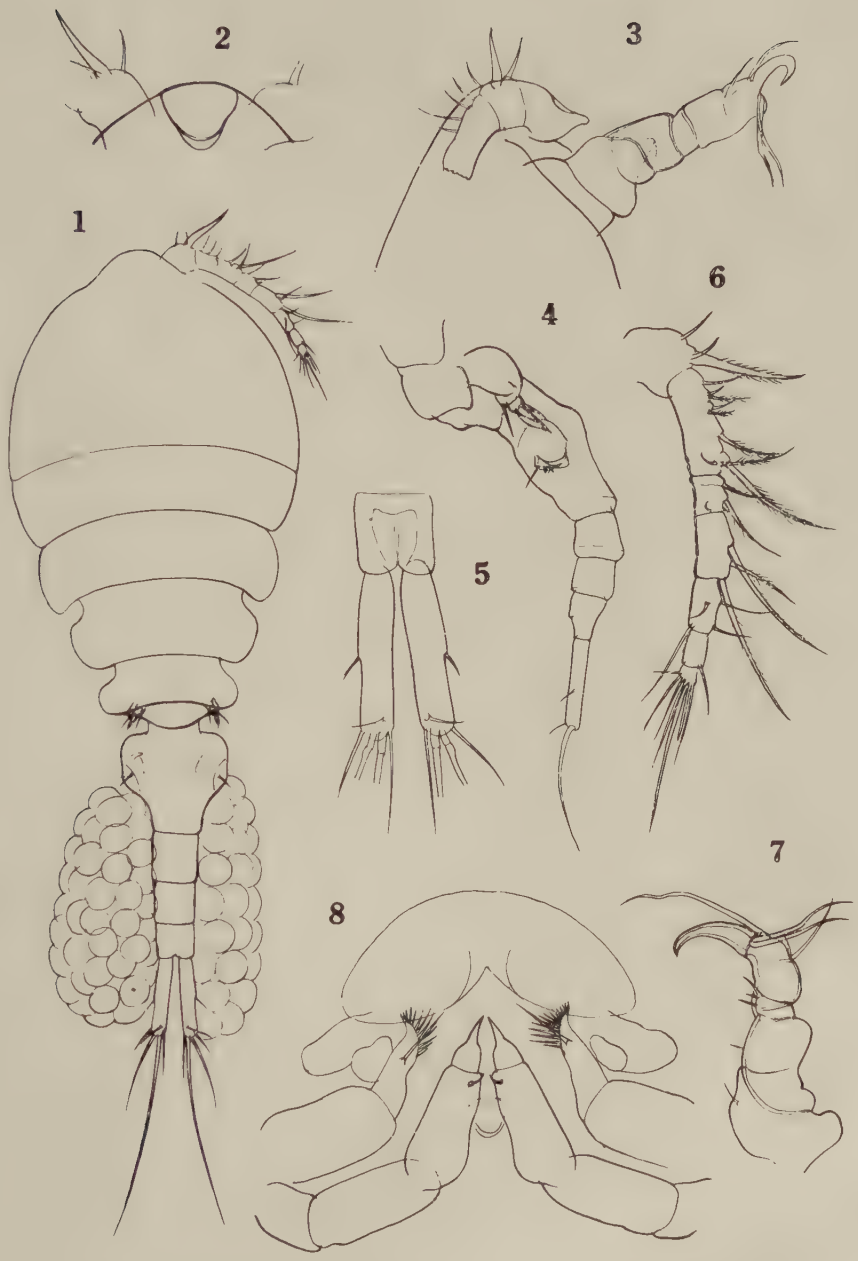
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



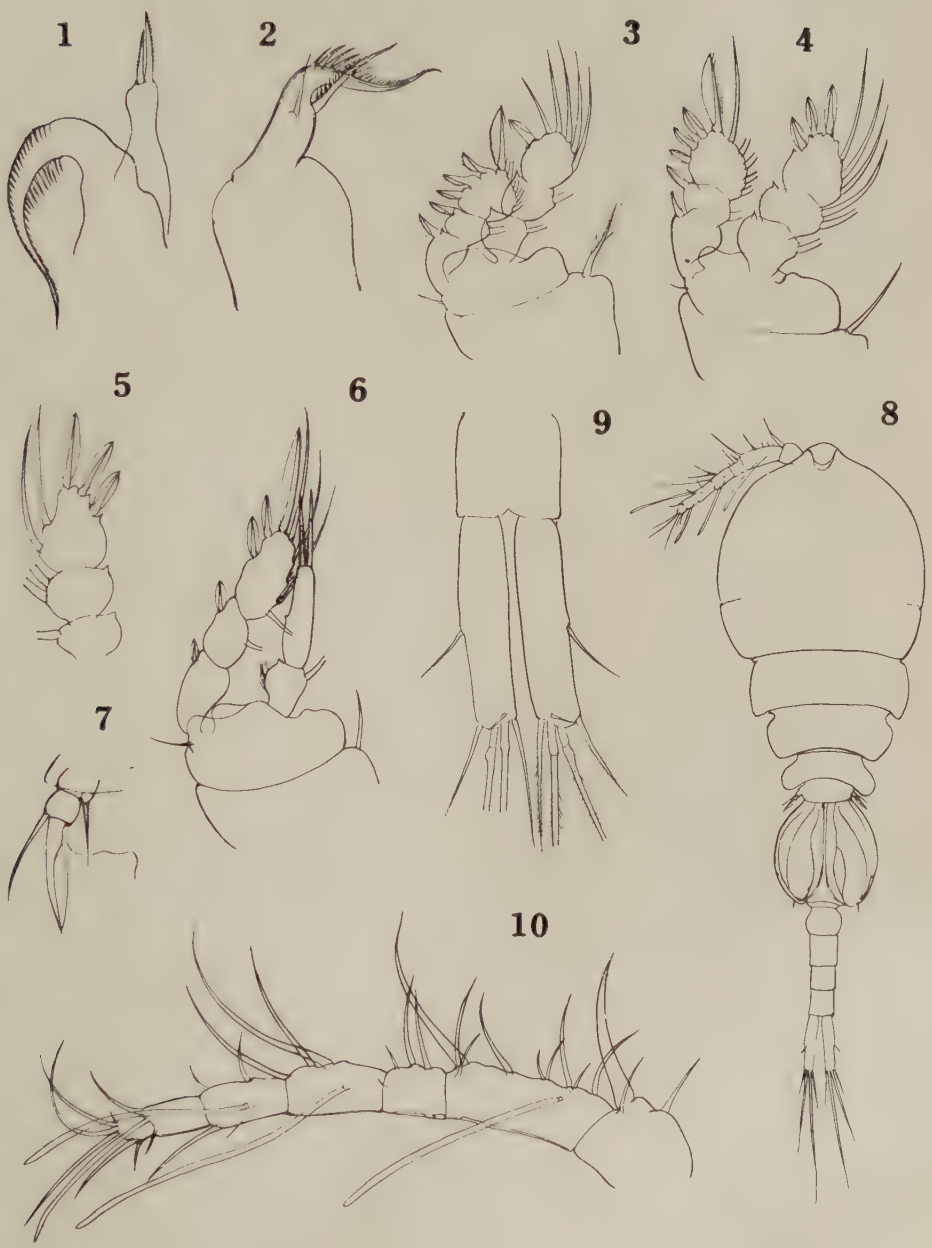
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



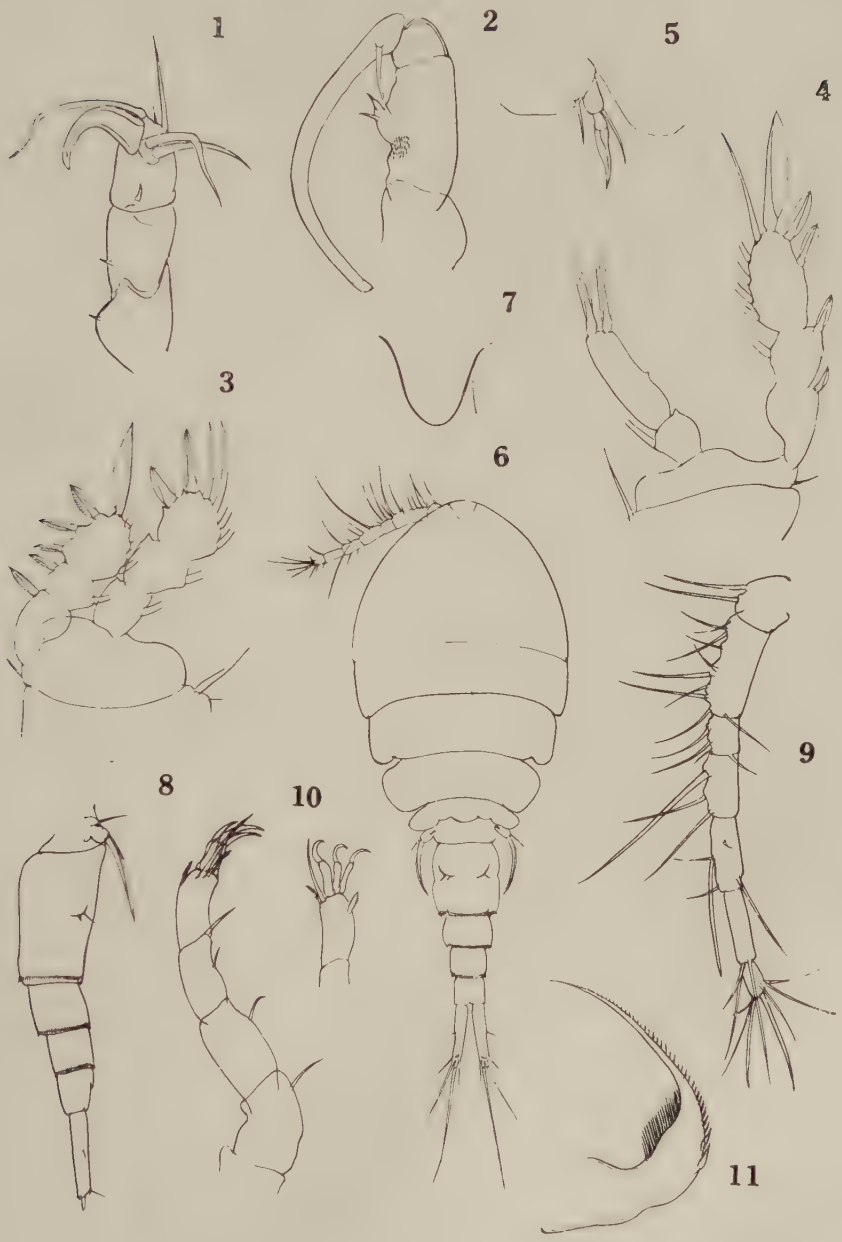
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



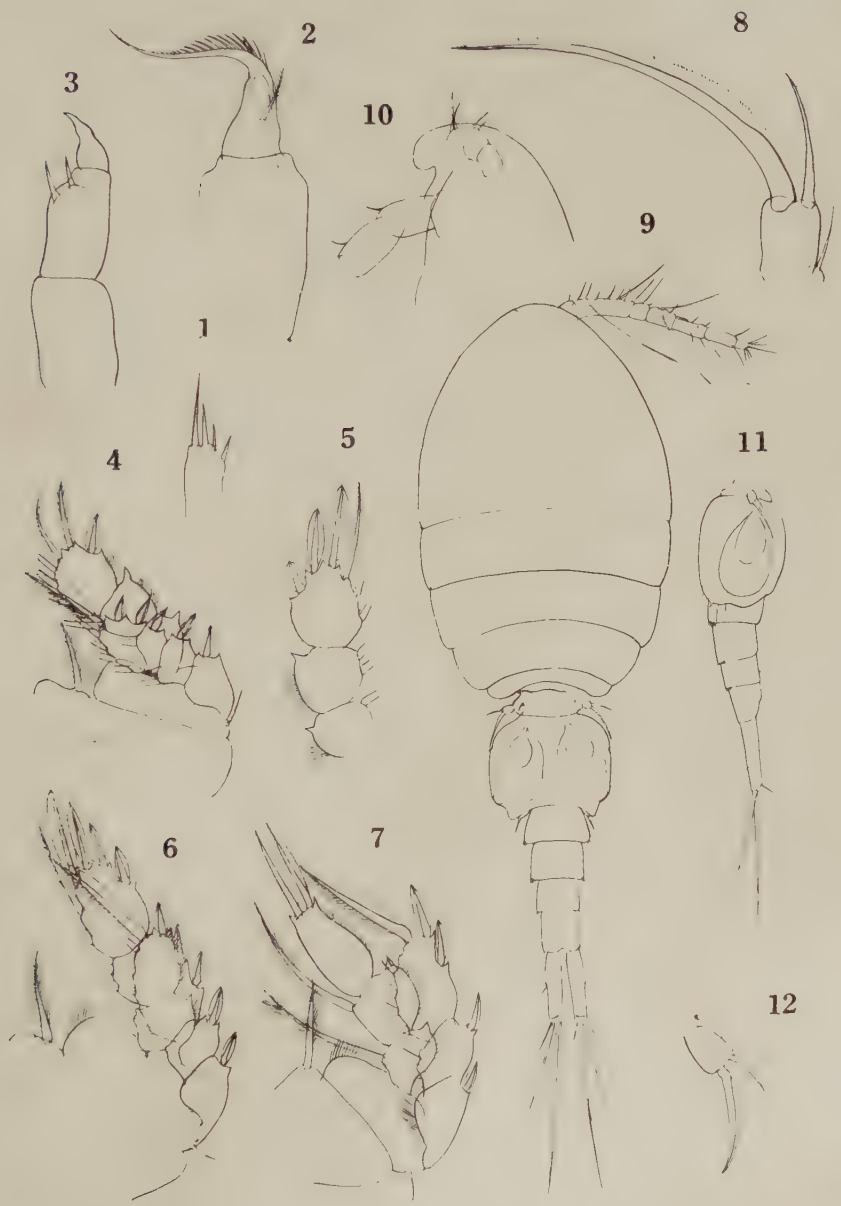
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



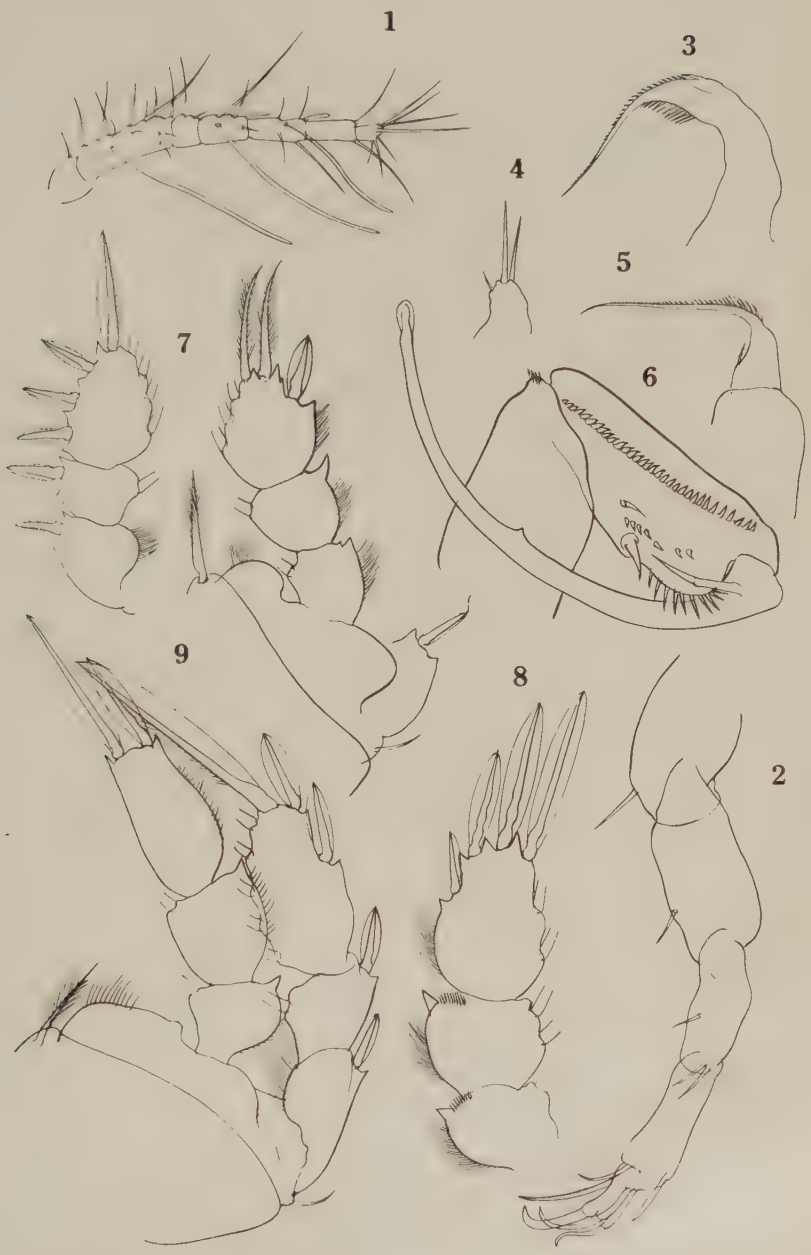
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



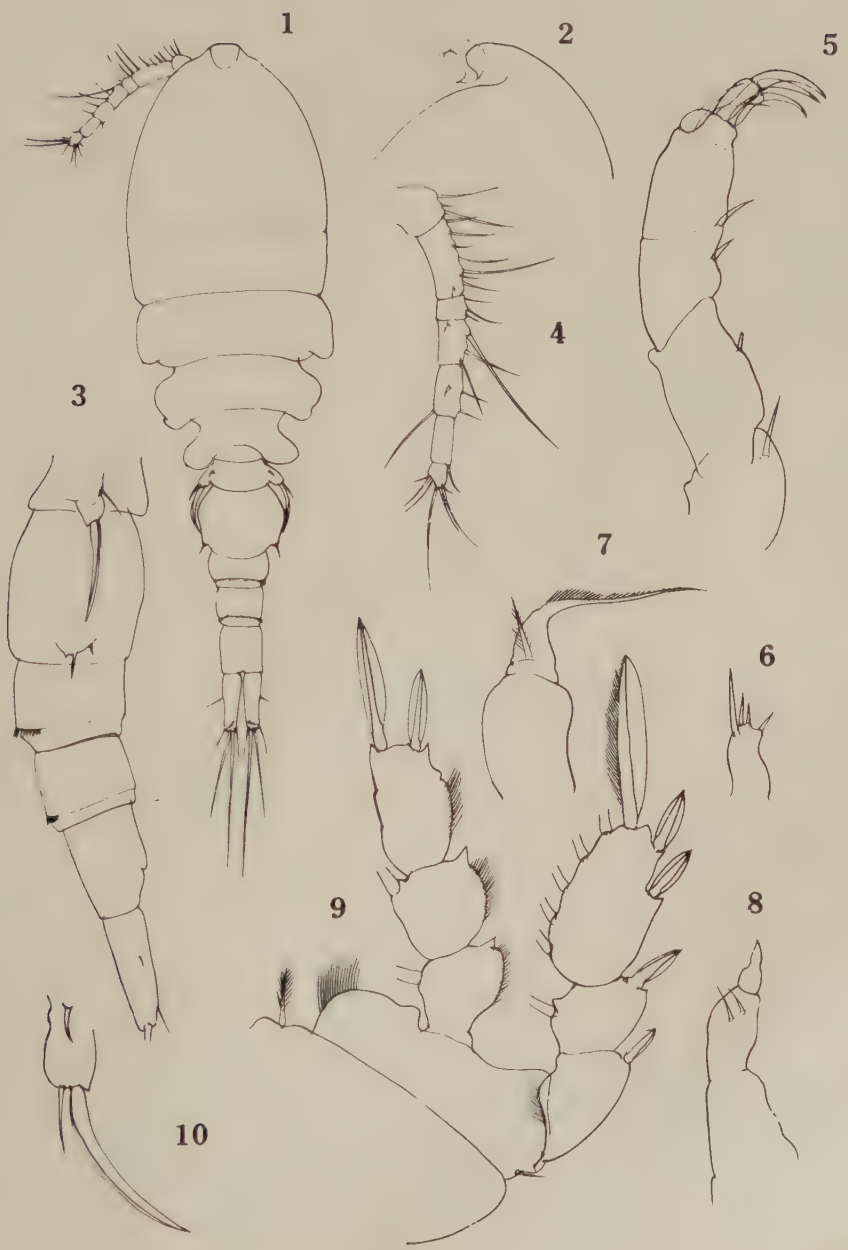
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



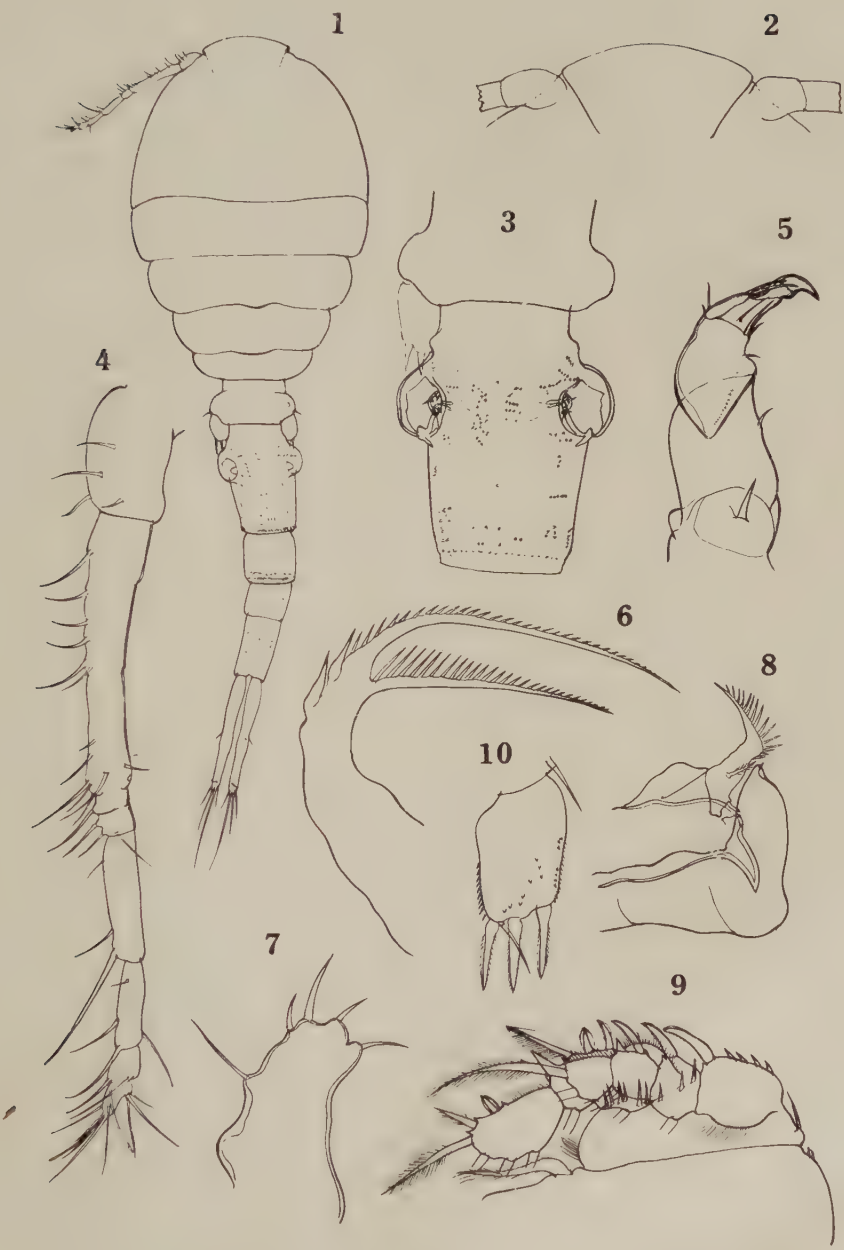
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



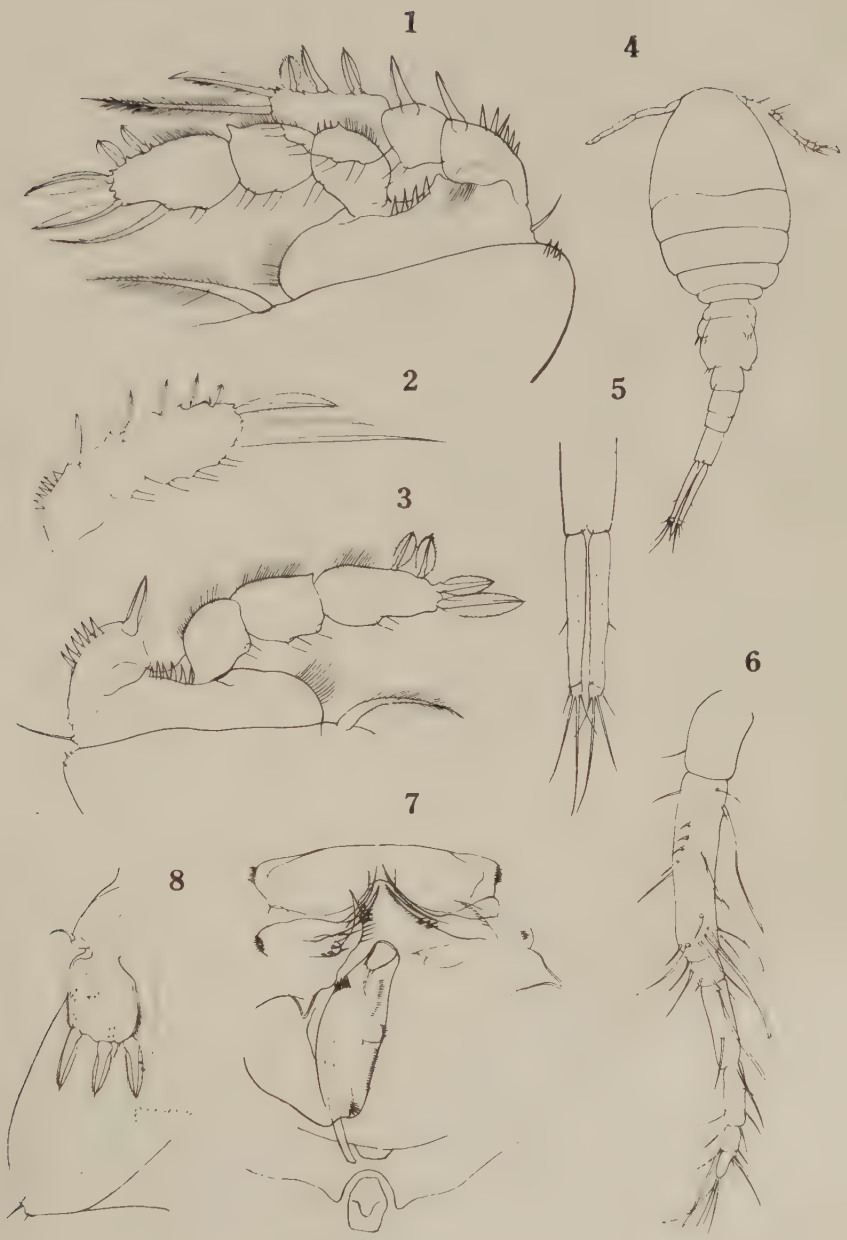
On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu



On Copepods associated with marine Pelecypods in Kyushu